Memoranda

der

speciellen Physiologie des Menschen.

Ein Leitfaden

für

Vorlesungen und zum Selbststudium

von

Julius Budge,

Dr. der Philosophie und Medicin, Professor an der Universität zu Bonn, Mitgliede des naturhistorischen und niederrheinischen Vereins in Bonn, der Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft zu Frankfurt a. M., des Vereins der Ärzte und Naturforscher zu Paris und zu Wien.

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

Mit 9 Kupfertafeln.

Weimar,

Druck und Verlag des Landes-Industrie-Comptoirs.

1850.

Vorrede zur ersten Auflage.

In dieser kleinen Schrift habe ich versucht, die Thatsachen, an welchen die Physiologie gegenwärtig festhält, systematisch zusammenzustellen.

Ist des Verfassers selbstständiges Wirken dabei auch nur gering, so ist es dennoch immerhin ein Anderes, einen Auszug zu machen aus einem unbekannten Werke, als ein Bild zu beschreiben, welches man gesehen hat. Es wird wenige Abschnitte in der Physiologie geben, in welchen ich nicht eigene Untersuchungen angestellt, und nicht leicht eines der wichtigeren Resultate, welches ich nicht durch eigene Beobachtung kennen gelernt hätte.

Bei dem grössten Streben nach Objectivität lässt sich zwar die Individualität des Autors

niemals unterdrücken, wenn eine Arbeit nicht ohne Urtheil verfasst ist; dennoch habe ich wohl beachtet, noch nicht anerkannte oder nicht leicht zu bestätigende Thatsachen gar nicht oder als Vermuthungen hinzustellen, einerlei woher sie kommen und einerlei, ob sie meinen individuellen Überzeugungen entsprechen. — Theorieen wird man selten finden, manchmal waren sie nicht zu umgehen.

Die Art der Anordnung des kleinen Buches muss die Übersicht erleichtern und wird dem Zwecke förderlich sein.

Budge.

Vorrede zur zweiten Auflage.

In diese neue Auflage, welche schon elf Monate nach Veröffentlichung der ersten nothwendig wurde, habe ich nicht nur die neuen, bewährten Thatsachen aufgenommen, sondern dieselbe hat auch an vielen Stellen durch mehr Klarheit im Ausdrucke, grössere Deutlichkeit in der Beschreibung und eine bessere Übersichtlichkeit in der Anordnung des Stoffes gewonnen. So ist fast kein Abschnitt ohne beträchtliche Änderungen geblieben, namentlich die Lehre von der Entwickelung, der Verdauung, der Ernährung, dem Gesichtssinne. Die Abbildungen sind revidirt und zum Theil erneuert worden, und zur Erleichterung des Nachschlagens ist ein Register und ein ausführlicheres Inhaltsverzeichniss hinzugekommen.

Ich bin auch hier dem Grundsatze treu geblieben, nur aufzunehmen, was bestätigt ist, und musste desshalb fast wider Willen Manches weglassen, was meinen eigenen Auffassungen und Ansichten entspricht.

Bonn, im November 1849.

Budge.

Inhalt.

Drittes Buch.

Die Physiologie des Menschen ist die Wissenschaft von den Erscheinungen des lebenden menschlichen Körpers und von den Gesetzen, unter welchen jene stehen.

Eintheilung.

Die specielle Physiologie wird hier abgehandelt in *drei* Büchern, von denen

das erste die Erscheinungen von der Entstehung des Menschen,

das zweite die Erscheinungen von der Erhaltung des Menschen durch die meist chemischen und mechanischen Processe der Ernährung,

das dritte die Erscheinungen von der Bewegung und Empfindung des Körpers umfasst.

Erstes Buch.

Zeugung und Entwickelung.

1. In der grössten Zahl von Thierklassen ist es unumstösslich, dass die jungen Thiere aus einem Theile des mütterlichen Körpers, gewöhnlich dem Eie, entstehen. Es ist dies die mütterliche oder gleichartige Zeugung, generatio homogenea s. aequalis. Zeugungsform 1—4. a) generatio aequalis.

2. Bei einigen Thierklassen hingegen, namentlich den Eingeweidewürmern, den Infusorien und den Räderthierchen, ist die Bildung der Jungen aus dem Mutterkörper nicht mit derselben Gewissheit nachgewiesen. Man hat deshalb, besonders früher, wo man glaubte, diese Thiere entständen immer von Neuem aus abgestorbener organischer Substanz, diese Zeugung Urzeugung, generatio spontanea s. aequivoca s. heterogenea, genannt. b) generatio aequivoca.

3. Folgende Wahrnehmungen unterstützten die Lehre von der generatio spontanea: a) Eingeweidewürmer sterben in der Regel, wenn sie den Körper verlassen haben; b) ihre Organisation weicht sehr von der Organisation anderer ausserhalb des Thierkörpers lebender Thiere ab; c) man hat sogar Eingeweidewürmer in Embryonen gefunden; d) einzelne Species kommen sehr häufig nur bei einzelnen Thierspecies vor und sind e) zuweilen auf be-

sondere Organe des Körpers, z. B. die Nieren, ganz allein beschränkt; f) pflanzenfressende Thiere, z. B. Schafe, haben Eingeweidewürmer, und selbst nicht selten im Gehirne; g) man hat nur in sehr vereinzelten Fällen Eingeweidewürmer von verschiedenen Entwickelungszuständen und in verschiedenem Alter gefunden; h) Infusionsthierchen zeigen sich in Aufgüssen von gekochter organischer Substanz mit destillirtem Wasser und künstlich bereiteter Luft, demnach also unter Verhältnissen, unter denen es schwer zu erklären scheint, dass jene Thierchen aus Eiern entstanden sein können.

4. Nichtsdestoweniger ist die Annahme einer generatio aequivoca in der neueren Zeit (Ehrenberg) immer zweifelhafter geworden, und zwar aus folgenden Gründen:

a) Die meisten Infusorien, Eingeweidewürmer und Räderthierchen haben zusammengesetzte, zum Theil ausgebildete Organe für die Digestion, die Bewegung, Empfindung und Geschlechtsfunction. — Es ist nicht glaublich, dass so vollständig organisirte Körper nach ganz verschiedenen Gesetzen, wie die anderen Organismen, entstehen.

b) Dieselben Thiere tragen Millionen von Eiern in ihrem Körper (so z. B. der Bandwurm), welche Einrichtung zwecklos wäre, wenn sie aus Schlamm und verdorbenem Schleime sich von Neuem erzeugen könnten (Eschricht).

c) Die Fortpflanzung der Räderthierchen ist beobachtet und so gross gefunden worden, dass aus einem Thierchen in 24 Tagen 16 Millionen entstehen können (Ehrenberg).

d) Wiederholt fand man im Blute niederer und höherer Thiere Eingeweidewürmer, und ohne untersuchen zu wollen, wie dieselben in's Blut kamen, erklärt sich daraus die Möglichkeit, dass Eingeweidewürmer in Körperorgane kommen können, welche mit der äusseren Umgebung so wenig communiciren, wie z. B. Gehirn, Nieren etc. (Va-

lentin, Gruby, Delafond, Vogt, Schmitz, Gluge, Mayer u. A.).

e) Eine Reihe von Untersuchungen hat die merkwürdige Thatsache nachgewiesen, dass viele der niedersten Thiere in ihrer Jugend eine ganz verschiedene Form haben, als in ihrem ausgebildeten Zustande, ja dass zuweilen sogar mehr als eine Metamorphose erfolgt, ehe ein solches Thier seine bleibende Gestalt erreicht hat. Man kennt Medusen (Medusa aurita), welche als Larven vollständig Polypen glichen, weshalb man beide Zustände desselben Thieres für zwei Thiere angesehen hatte (Sars). Von dem Keulenpolyp (Coryne) trennen sich die einzelnen Individuen des zusammengehörenden Stammes und sie erscheinen als Medusen, die sich in ihrer fernern Entwickelung wieder in Polypen umgestalten (Steenstrup). Seesterne und Seeigel entstehen aus Geschöpfen, welche jenen vollkommen unähnlich sind. Ja es scheint sogar, als ob die einzelnen Organe des ersten Thieres sich nicht in die gleichnamigen des zweiten umwandeln, sondern als ob das erste nur den Stoff darbiete, aus dem das zweite sich neu gestalte. Der junge Seestern z. B. liegt schief in dem Körper seiner Larve, die Arme und der Mund der letzteren gehen nicht in dieselben Theile des Seesterns über (J. Müller). Es ist eine neue Generation. — Eine ähnliche Erscheinung, wie in den genannten Thierklassen wurde auch bei niederen Weichthieren (den Salpen) beobachtet (Steenstrup) und namentlich bei Eingeweidewürmern. So finden sich, z. B. in der bekannten Sumpfschnecke (Limnaeus stagnalis) sehr häufig in grosser Anzahl kleine gelbe Würmchen, welche beim Aufschneiden einer solchen Schnecke oft zu Hunderten austreten. Jedes dieser Würmchen enthält in einer und derselben Hülle eine Menge von infusorienähnlichen geschwänzten Thieren, Cercarien (Bojanus), aus denen nach einer Verpuppung sich Distomen bilden (Steenstrup). Ganz ähnliche Beobachtungen wurden

an Eingeweidewürmern, die auf Schleimhäuten von Vögeln vorkommen (an Monostomum mutabile) gemacht (v. Siebold). — Ligula, ein Wurm aus der Ordnung der Bandwürmer, kommt in den Eingeweiden von Fischen und Vögeln vor, hier hingegen mit entwickelten Geschlechtstheilen, welche dort fehlen (Leukart). — Die Blasenwürmer sind zwar durch die Blase, in der sie eingeschlossen sind, beim ersten Blick verschieden von allen anderen; ihr vorderes Körperende gleicht aber durchaus dem der Bandwürmer. Es sind Thiere ohne Geschlechtsorgane, während die Bandwürmer sehr entwickelte haben. In der Leber von Mäusen und Ratten kommt ein Blasenwurm (Cysticercus fasciolaris) vor, welcher die grösste Ähnlichkeit mit dem vordern Körperende eines in Katzen angetroffenen Bandwurms (Taenia crassicollis) hat (v. Siebold). — Andere Bandwürmer (Tetrarhynchus) finden sich neben einem andern ganz verschiedenartigen Wurme eingeschlossen (Miescher). — Der Aufenthaltsort der Eingeweidewürmer ist nicht zu jeder Zeit des Jahres in demselben Thiere das gleiche Organ. In den Sommermonaten fand man denselben Wurm (Echinorhynchus) in den Eingeweiden des Dorsches, welcher im September bis December in den Muskeln vorkam (Eschricht). — Aus allen diesen Beobachtungen vermuthete man, dass die Eingeweidewürmer zum Theil aus dem Körper wandern und sich verwandeln, oder dass aus ihren Eiern Thiere entstünden, welche vielleicht unter einem anderen Namen ausserhalb des Körpers nur Larven jener Würmer sind.

f) Bei der Kleinheit der Eier von Infusorien schützt die scheinbar sorgfältigste Vorsicht und Reinigung nicht vor der Möglichkeit, dass dieselben in Gefässe gelangen, in welchen Aufgüsse gemacht werden.

g) Der Schimmel und die Fadenpilze lassen sich durch Samen künstlich mit erstaunlicher Geschwindigkeit fortpflanzen (Ehrenberg).

5. Zur Zeugung höherer Thiere und des Menschen ist der mechanische Contact des männlichen Samens mit dem weiblichen Eie wesentliche Bedingung. Bedingungen zur Zeugung des Menschen. 5—28.

6. Der männliche Samen, sperma s. semen virile, eine weisse, dickliche, eigenthümlich riechende (aura seminalis) Flüssigkeit, enthält, mikroskopisch untersucht: a) Fäden, fila spermatica s. spermatozoa (entdeckt von Ham, einem Schüler Leuwenhoeks 1677), welche, durch Eiweisslösung, Zuckerwasser, Speichel, Urin, Schleim verdünnt, noch mehrere Stunden sich lebhaft bewegen, und zusammengesetzt sind aus einem etwa $1/500'''$ langen Köpfchen und einem damit lose verbundenen, helleren, schmäleren $1/50'''$ langen Schwanz (Fig. 1), b) Samenkügelchen oder Bläschen, selten und in geringer Menge. Die chemischen Bestandtheile des Samens sind ein Extractivstoff (Spermatin) 6%, phosphorsaurer Kalk 3%, Natron 1%, Wasser 90% (Vauquelin). 1) Von Seiten des Mannes. 6—18. a) Männlicher Samen.

7. Man hält die Samenfäden nicht für Thiere, sondern für belebte Zellengebilde, und zwar aus folgenden Gründen: a) es lassen sich in ihnen keine Organe, besonders keine Darmhöhle, erkennen; b) in ihren Bewegungen ist keine Willkürlichkeit nachzuweisen; c) sie entstehen nicht aus einem mütterlichen Körper, sondern in zelligen Blasen, von denen mehre wieder in einer gemeinschaftlichen grösseren Zelle enthalten sind (Wagner, Kölliker); d) es giebt noch andere thierische Theile, von denen man bestimmt weiss, dass sie nur Organtheile, keine selbstständigen Wesen sind und die sich dennoch getrennt vom Körper Tage lang bewegen können; dahin gehören, z. B., die flimmernden Epithelialblättchen auf einigen Schleimhäuten; vgl. Buch III, 1 fg.

8. Vor der Pubertät finden sich in dem Samen keine Samenfäden. Sie bleiben bis ins hohe Alter und verschwinden nicht bei zehrenden Körperkrankheiten.

9. Im Hoden des Menschen und der Säugethiere finden sich selten Samenfäden, wie es scheint, schon et-

was häufiger im Nebenhoden, — erst im Vas deferens findet man sie in zahlreicher Menge und die Samenblasen enthalten sie reichlich.

10. Samenfäden kommen bei Wirbelthieren und bei wirbellosen Thieren vor. Abgesehen von den nur mikroskopisch erkennbaren Thieren scheint nur die Classe der Crustenthiere (Crustacea) eine Ausnahme zu machen, indem man bei ihnen bis jetzt keine beweglichen Samenfäden fand. — Auch bei Pflanzen hat man sie zuweilen beobachtet.

11. Die Entleerung des Samens erfolgt: a) durch Reizung des männlichen Gliedes bei der Begattung und bei Onanisten; b) durch Pollutionen; c) selten durch Druck auf die Samenblasen bei vollem Darm und voller Blase.

12. Die Entleerung des Samens führen aus: die Muskelfasern der ductus deferentes und ejaculatorii, die m. ischio- und bulbo-cavernosi, levatores ani, transversi perinaei, vielleicht der cremaster.

13. Er kann bis auf einige Zoll weit ausgespritzt werden (Burdach).

b) Flüssigkeit der benachbarten Drüsen.

14. Mit dem Samen wird häufig, vielleicht immer, prostatischer Saft, Inhalt der Cowperschen Drüsen und Harnröhrenschleim entleert. — Man kennt den Einfluss der genannten zwei ersten Flüssigkeiten nicht.

c) Erection.

15. Die Einführung des männlichen Samens in die weiblichen Geschlechtstheile wird möglich durch die Erection des Gliedes. Die Erection, bei welcher das Glied hart und doppelt so lang (8″) wird, beruht darauf, dass eine grosse Menge von Blut in den venösen Räumen (sinus) der cavernösen Körper aufgehalten wird. Man kann sie daher durch Injection des Penis künstlich erzeugen, wenn man die Venen vorher unterbunden hat.

16. Diese Wirkung auf die Venen bringen muthmasslich die in den Bälkchen der cavernösen Körper befindlichen contractilen (?) Fasern hervor, durch welche die Venen verengt werden, sowie auch vielleicht die m. ischio- und bulbo-cavernosi einen Venendruck ausüben

können. Indess ist eine solche Annahme immerhin problematisch.

17. Die kleineren Arterien der cavernösen Körper sind vielfach wie Weinreben geschlungen, heissen daher Rankenarterien, arteriae helicinae (Müller), und haben das Eigenthümliche, dass sie sich plötzlich bei ihren Windungen sehr verengern (Barkow), wodurch das Ansehen entsteht, als seien sie blind geendigt (Fig. 2).

18. Die Erection kommt bei Hengsten, denen die Ruthennerven durchschnitten sind, nicht mehr vollkommen zu Stande (Günther). — Sie kann bei Menschen nicht nur durch Vorstellungen, sondern auch durch Kitzeln der Haut des Penis, durch Krankheiten benachbarter Theile, der Blase, des Mastdarms, hervorgerufen werden. — Blödsinnige können vollständige Erectionen haben. — Auch bei Kindern kommen nicht selten Erectionen vor. — Bei Gehängten, bei Krankheiten des obersten Theiles des Rückenmarks hat man häufig Erectionen beobachtet.

2) Von Seiten des Weibes, 19 — 28. a) Eichen.

19. Das weibliche Eichen, ovulum humanum, dessen Durchmesser 1/10 bis 1/20''' beträgt (Bischoff), ist, von einer körnigen, leicht zerreissbaren Membran, membrana granulosa, umgeben, in den Graaf'schen Bläschen des Eierstocks enthalten (C. E. v. Baer). An jedem Eichen unterscheidet man a) die umgebende Hülle, zona pellucida s. chorion genannt; b) den körnigen Inhalt, vitellus oder Dotter, und in diesem c) das Keimbläschen, vesicula germinativa, (von Coste und Wharton Jones entdeckt), und in dem Keimbläschen d) den von R. Wagner entdeckten Keimfleck, macula germinativa (vgl. Fig. 3). Die Eichen der Säugethiere sind dem menschlichen durchaus ähnlich. Man findet sie hier leicht, wenn man das aus dem Eierstocke herauspräparirte Graaf'sche Bläschen öffnet und in dem körnigen, grauen Theile des ausfliessenden und ausgedrückten Inhalts bei schwacher, ungefähr 20maliger Vergrösserung, ohne Druck anzuwenden, nach dem zirkelrunden, dunklen, mit hellem Rande eingefassten

Bläschen sucht. Leichter bei schwacher, als bei starkerer Vergrösserung gewahrt man das Keimbläschen; der Keimfleck wird häufig erst dann deutlich, wenn man das Eichen zerdrückt oder mit Nadeln zerreisst.

20. Schon während des Embryolebens entwickeln sich in dem Eierstocke des Embryo die Graaf'schen Bläschen und die ovula. Man findet sie bei neugebornen Mädchen (Carus).

b) Menstruation 21—28.

21. Zur Zeit der Pubertät (in unseren Gegenden um das 14. bis 15. Jahr) wächst der Eierstock stärker, und periodisch turgescirt ein Graaf'sches Bläschen, wird voller, röther, platzt zuweilen und es kann sich selbst ein Eichen entleeren.

22. Diese periodische Turgescenz fällt bei Thieren in die Zeit der Brunst, bei Frauen wiederholt sie sich im Mittel nach je $27\frac{1}{3}$ Tagen (Boismont, Schweig) zur Zeit des sogenannten Monatsflusses (Menstruation, Katamenien, Periode).

23. Mit der Menstruation, d. h. dem monatlichen Blutflusse aus den weiblichen Geschlechtstheilen, ist also Turgescenz und Bersten eines Graaf'schen Bläschens, zuweilen Austritt eines Eichens in die Tuben, verbunden. Wiederholt hat man bei Mädchen, die noch nie die Begattung ausgeübt, die Merkmale der geborstenen Graaf'schen Bläschen (corpora lutea) entdeckt, — ebenso bei brünstigen Thieren (Lee, Paterson, Hooper, Power, Jones, Negrier, Raciborsky, Girdwood, Pouchet, Bischoff u. A.).

24. Obwohl der Eierstock nur 12 bis 20 grössere Graaf'sche Bläschen enthält, so soll doch, nach Barry, eine viel grössere Zahl davon im unentwickelten Zustande darin vorhanden sein.

25. Der Blutfluss während der Menstruation stammt wahrscheinlich aus dem Uterus, auf dessen innerer Fläche, (wenn er umgestülpt war, oder in der Leiche von Frauen, die während der Menstruation starben), man das Blut aus-

treten gesehen hat (Haller, Hunter). Der Blutfluss bei der Brunst der Thiere scheint bloss in den äusseren Geschlechtstheilen seinen Sitz zu haben.

26. Die Menstruation dauert bei den verschiedenen Individuen zwischen drei bis acht Tage, ist zuerst schleimig, wird dann blutig und zuletzt wieder schleimig. — Das Entleerte enthält gut erhaltene Blutkörperchen und das Epithelium aus den inneren Geburtstheilen. Das Blut ist wässeriger und gerinnt häufig nicht, was jedoch nicht constant ist.

27. In den vierziger Jahren hört die Menstruation auf. — Während der Schwangerschaft ist sie in der Regel unterbrochen, und viele Krankheiten (besonders Bleichsucht und Lungenschwindsucht) stören sie.

28. Die Menstruation wird häufig begleitet und angezeigt von Schmerzen im Kreuze, in der Gegend der Ovarien und des Uterus, Gemüthsverstimmung, Ermattung, üblem Geruch aus dem Munde, Erbrechen, Veränderungen der Koth- und Urinentleerung, so wie der Hautausdünstung, blauen Ringen unter den Augen, vermehrter Wärme u. s. w., vgl. B. II No. 242 und No. 30. Nach der Menstruation ist die Lust zur Begattung gesteigert, und es erfolgt dann am leichtesten Schwängerung.

29. Während der fruchtbaren Begattung, coitus, wird der Same bis in den Muttermund gespritzt und durch die peristaltischen Bewegungen des Uterus und der Tuben, vielleicht selbst durch die Bewegungen der Samenfäden in den Uterus, in die Tuben und sogar bis zu den Ovarien geführt. Durch Beobachtungen an Thieren weiss man mit völliger Gewissheit, dass der Same den Uterus (Leuwenhoek), die Tuben (Prevost und Dumas) und die Ovarien (Bischoff, Barry) erreichen kann. — Wahrscheinlich berstet gleichzeitig ein Graaf'sches Bläschen und ein ovulum tritt aus, s. No. 32. Begattung, 29 — 30.

30. Die mechanische Berührung des Samens mit dem Eichen ist nothwendig; dies wird bewiesen durch fol-

gende Beobachtungen: a) Werden die Tuben bei Thieren unterbunden, oder der Uterus ausgeschnitten, so erfolgt zwar Begattung, aber sie ist niemals fruchtbar (Haighton). b) Wird Samen, selbst im sehr verdünnten Zustande, bei Fröschen und Fischen auf die Eier gegossen, so werden diese befruchtet. Kann aber nur die aura seminalis (No. 6) an die Eier gelangen, so tritt keine Befruchtung ein (Spallanzani, Rusconi). c) Man hat kein unverwerfliches Factum, durch welches die Unmöglichkeit des Eindringens von Samen in die weiblichen Geschlechtstheile erwiesen ist und doch Befruchtung vorkam. d) Die No. 29 angeführten Beobachtungen.

Nächste Folgen der Begattung, 30 — 35.

31. Durch die Berührung des Samens und Eichens entsteht die Befruchtung, foecundatio, d. h. derjenige Zustand, durch welchen ein Embryo in dem Eichen zur Entwickelung kommt; und bei der Frau die Schwangerschaft, graviditas, d. h. derjenige Zustand der Frau, in welchem diese einen Embryo in ihrem Körper trägt. — Der normale Aufenthaltsort des Embryo bis zu seiner Entwickelung ist der Uterus, krankhaft ist es, wenn er im Eierstocke, in der Bauchhöhle, oder in den Tuben weiter wächst.

32. Wenn ein Graaf'sches Bläschens geplatzt und ein Eichen ausgetreten ist, so wird letzteres von einer Tuba aufgenommen. In glücklichen Injectionen sah man die Fimbrien sich aufrichten und an den Eierstock anlegen (Haller, Walther). Nach fruchtbaren Begattungen hat man die Tuba am Eierstock anliegend gefunden (Gendrin).

33. Innerhalb des Graaf'schen Bläschens wuchert schon vor dem Austritte des Eichens die zurückgebliebene membrana granulosa (s. No. 19), es entsteht aus Fasern, in welchen sich Pigment ablagert, der gelbe Körper, corpus luteum, welcher anfangs hohl ist und bei Menschen einen wahren Balg enthält (Jones). Allmälig verschwindet der gelbe Körper gänzlich.

34. Die Fortleitung des Eies durch die Tuba erfolgt: a) durch die peristaltische Bewegung derselben; b) durch die Flimmerbewegung des Epitheliums derselben; auch wurde c) von Bischoff eine rotirende Flimmerbewegung des Eies selbst beobachtet. Fortleitung des Eies.

35. Man vermuthet, dass 2 bis 3 Wochen nach der Begattung das menschliche Ei im Uterus angelangt ist. Bei Hunden dauert es 8 bis 14 Tage.

36. Die Schwangerschaft dauert vierzig Wochen. Während derselben sind folgende Phänomene die bemerkenswerthesten: Erscheinungen im mütterlichen Körper. 36 — 46.

a) Es cessirt die Menstruation.

b) Durch das Athmen wird eine grössere Menge von Kohlensäure aus den Lungen entleert, für den Tag ungefähr $2\frac{1}{2}$ Unzen mehr (Andral und Gavaret).

c) Häufig bilden sich auf der Innenfläche der Schädelknochen Knochengeschwülste, Osteophyten (Rokitansky, Ducrest), welche unvollkommene Knochenzellen enthalten (Köstlin).

d) Wenn der Urin einer Schwangern in den ersten Monaten 24 Stunden stehen bleibt, so soll sich eine Wolke und dann ein Häutchen bilden, welches Fett (?), Tripelphosphate und eine albuminartige, körnige Masse, Kyestein (Nauche) enthalten soll.

e) Im Uterus bilden sich die Muskelfasern deutlich aus, die Nerven vermehren sich, namentlich die grauen (Tiedemann, Remak), der Uterus vergrössert sich so, dass er im vierten Monds-Monate über den Schambeinen, im sechsten am Nabel, im neunten in der Herzgrube steht. Im zehnten Monate sinkt er wieder weiter herab.

f) Auf der Schleimhaut des Uterus entwickeln sich die Schleimdrüsen, glandulae utricales, sehr reichlich (s. No. 37).

37. Schon bevor das Ei in den Uterus gelangt ist, turgescirt die Schleimhaut desselben, wird roth und erscheint von einer zarten, aus kleinen, geschlängelten Cy- Decidua Hunteri.

lindern zusammengesetzten Membran bedeckt, welche hauptsächlich dadurch entsteht, dass die in und hinter der Uterus - Schleimhaut befindlichen Drüschen, glandulae utriculares (Fig. 4.b), sich mehr entwickeln (E. H. Weber, Bischoff). Schon 7 Tage nach der Begattung fand man diese Membran. Sie wird membrana decidua Hunteri genannt. Bei Thieren kommt sie, vielleicht mit Ausnahme der Affen, nicht vor.

38. Durch die decidua (Fig. 5. a) werden die beiden Öffnungen der Tuben verschlossen. — In der Höhle des Gebärmutterhalses bildet sich eine Art von Pfropf (Fig. 5. d). Der Uterus ist daher vollkommen verschlossen. — Es ist mithin eine fruchtbare Begattung nicht mehr möglich, wenn die Verhältnisse normal sind.

Decidua reflexa und serotina.

39. Wenn das Eichen aus der Tuba in den Uterus gelangt, weicht die vorliegende decidua zurück (Fig. 5. b). und an welchen Theil des Uterus sich auch das Eichen anlegt, es ist hier mit einer doppelten decidua umgeben. der schon vorhandenen und der zurückgewichenen. die man decidua reflexa nennt. Der Theil des Eichens. welcher noch unbedeckt ist, wird gleichfalls von einer neu sich bildenden decidua umhüllt, der decidua serotina (Fig. 5. c). Die decidua vera und reflexa (a und b) scheinen mit einander bald zu verwachsen. Es ist wenigstens eine sehr seltene Erscheinung, dass man an den abortirten Eiern beide trennen kann.

40. Die ganze dem Ei zugekehrte Fläche der decidua ist mit Zotten versehen. — Die Zotten der decidua serotina sind aber diejenigen Theile, an welchen sich die Gefässentwickelung am Stärksten ausbildet. An dieser Stelle bildet sich die wichtigste Verbindung zwischen Mutter und Kind, die Placenta, der Mutterkuchen (s. No. 46).

Erste Veränderungen des Eies.

41. Während das Ei vor der Befruchtung im Eierstocke ein Keimbläschen und einen Keimfleck enthält, sind beide nicht mehr erkenntlich bei den meisten Thieren

nach der Befruchtung. Bei manchen Echini hingegen sah v. Baer die Entwickelung gerade vom Keimbläschen ausgehen.

42. In der Tuba legt sich nun das Ei einiger Säugethiere (Kaninchen), gerade wie bei Vögeln, eine Eiweissschicht, bei andern (Hunden) nicht (Bischoff). Von menschlichen Eiern dieses Stadiums hat man noch keine Erfahrung. Eiweiss-schicht.

43. Die Dotterkörnchen, welche den Inhalt des Eies ausmachen, verwandeln sich in der Tuba in Kugeln, zuerst in 2, dann in 4, dann in 8, u. s. w. — Man nennt dies Furchung des Dotters. (Fig. 6.) Furchung des Dotters.

44. Aus den Kugeln entstehen Zellen, welche sich zu einer Membran zusammenlegen. Diese Membran nennt man Keimblase. Das Ei besteht also, wenn es im Uterus anlangt, aus zwei Membranen, einer äussern, der Zona (s. No. 20), und einer innern, welche sich aus dem Dotter gebildet hat, der Keimblase. — Die Zona heisst von jetzt an beständig Chorion. Keimblase.

45. Das Ei fängt an, in seinem Bette, der decidua serotina, zu wachsen. Das Chorion (Fig. 5. c s. No. 40) wird an seiner ganzen Aussenfläche mit stumpfen Zotten, welche noch in der fünften Woche ganz gefässlos sind, besetzt (Fig. 7. A). An der Stelle, wo das Chorion an der decidua serotina anliegt, wachsen seine Zotten reichlicher und werden dichter (chorion villosum); an den anderen Stellen bleiben sie kleiner und stehen weniger dicht, man nennt es hier chorion laeve.

46. Im vierten Schwangerschaftsmonate entsteht im Uterus die Placenta, der Mutterkuchen, gewöhnlich an dem oberen hinteren Theile jenes Organs. Es ist ein schwammiger, gefässreicher Körper, zu dessen Bildung die decidua serotina von Seiten der Mutter, die äussere Chorionfläche von Seiten des Kindes beitragen. Auf beiden Organen sind Zotten, welche vielfältig in einander greifen, sich verschlingen und jederseits eine zahllose Placenta.

Menge von Reiserchen bilden. Diese Reiserchen liegen dicht an einander. Auf jedem verlauft ein Gefässbaumchen. Die dünnwandigen, weiten Venen der Mutter nehmen die Haargefässe und feineren Arterien in sich auf, diese liegen darin wie eingebettet, und sie werden unaufhörlich vom Blutwasser jener Venen bespült. Ein directer Übergang von mütterlichen in kindliche Gefässe und umgekehrt kommt aber nicht vor (E. H. Weber). (Fig. 11.)

Erscheinungen im kindlichen Körper, 47—134.

47. Die Beobachtung hat gelehrt, dass der Anfang der Entwickelung des Hühnchens im Eie wesentlich nicht verschieden ist von der des Säugethierembryo. Das gelegte Hühnerei besteht aus einer äusseren Kalkschale, testa, zweien an dieser dicht anliegenden, fest mit einander verbundenen und nur am stumpfen Ende des Eies von einander durch einen Luftraum abstehenden Membranen, membranae testaceae, dem Eiweiss, albumen, mit seinen um den Dotter liegenden weisslichen Schnürchen, chalazae, und dem Dotter, vitellus. Der Dotter wird von einer dünnen Membran zusammengehalten, der Dotterhaut. Zwischen Dotter und Dotterhaut findet sich ein kleiner weisser Fleck, der Hahnentritt, cicatricula. Von dieser Stelle aus bildet sich im Hühnereie unter dem Einflusse einer Wärme von 28—32° R. aus dem Dotter eine weisse Membran, die Keimhaut, welche wie eine runde Scheibe schon am ersten Tage der Bebrütung auf der Oberfläche des aufgeschlagenen Eies unter der Dotterhaut sehr deutlich bemerkt wird. — Die Dotterhaut mit ihrem Dotter und die unter der Dotterhaut liegende Keimhaut kann mit entsprechenden Theilen des Säugethiereies vollständig verglichen werden. Nur ist der Dotter bei Säugethieren ganz und gar unbedeutend, während er bei Vögeln so stark ist. Die Keimhaut bei Vögeln hat deshalb auch viel länger zu wachsen, bis sie den ganzen Dotter umschlossen hat und eine Keimblase geworden ist; während dies natürlich sehr rasch bei

Säugethieren erfolgt ist. Ein zweiter Unterschied zwischen den Säugethiereiern und den Vogeleiern besteht in der den Dotter umgebenden Membran. Man muss zwar die Zona pellucida s. Chorion zusammenstellen mit der Dotterhaut des Vogeleies. Die Dotterhaut hat jedoch nicht nur eine andere Textur, als das Chorion, sondern bleibt auch glatt an ihrer äusseren Oberfläche, während das Chorion mit Zotten bedeckt wird.

48. So dünn und zart die Keimhaut oder Keimblase auch ist, so besteht sie doch aus mehren Schichten, welche über einander liegen, von denen die oberste das animale oder seröse Blatt, die mittlere das Gefässblatt, die unterste das vegetative oder Schleimblatt genannt wird. Obwohl es schwer hält, diese Blätter als zusammenhängende Membranen zu sondern, so muss man als das Hauptsächlichste in's Auge fassen, dass sich in der Keimhaut eine Verschiedenartigkeit der Structur bald bemerken lässt.

49. Wie in der Dicke, so ist auch in der Breite die Keimhaut verschieden, wie schon der erste Anblick auf die Oberfläche zeigt. Das Centrum bildet ein heller, durchsichtiger Raum, der am zweiten Tage der Brütung des Hühnereies ungefähr $2^1/_2'''$ lang und $1^3/_8'''$ breit ist, area pellucida genannt. Weiter nach aussen folgt der zweite durch einen ovalen, erst gelben, später rothen Ring geschlossene Hof, area vasculosa, an demselben Eie $4'''$ lang, $3^1/_4'''$ breit. Diesen begränzt endlich die äusserste, area vitellina, an demselben Eie ungefähr $10^1/_2'''$ lang, $11^1/_4'''$ breit (vgl. Fig. 9).

50. In der Mitte der area pellucida entsteht der Embryo, im ersten Auftreten wie ein zartes Fädchen, welches man am Vogeleie nur dann deutlich erblickt, wenn man die Keimhaut durch einen umgebenden Kreisschnitt abschneidet, und sie von dem daran hängenden Dotter und der Dotterhaut durch vorsichtiges Waschen isolirt. —

Auch am Embryo lassen sich wenigstens sehr bald drei verschiedene Schichten unterscheiden, welche denen der Keimhaut entsprechen, über einander liegen und dieselben Namen tragen. Diese drei Schichten des Embryo liegen anfangs ganz in derselben Ebene mit den gleichnamigen Schichten der Keimhaut. Später hingegen, wenn jener breiter wird, und stärker der Dicke nach wächst, als bei der Keimhaut dies der Fall ist, hebt sich der Embryo und schnürt sich von der Keimhaut ab (vgl. übrigens No. 52), so dass er nur durch einen Stiel mit derselben noch in Verbindung steht. Dieser Stiel hat den Namen: Nabelblasengang, ductus vitello-intestinalis s. omphalo-mesentericus, und die Stelle, wo der Embryo abgeschlossen ist, der N a b e l, umbilicus. Sowohl die seröse, als die Gefäss-, als auch die vegetative Schicht des Embryo schnüren sich je eine von den gleichnamigen Schichten der Keimhaut ab, und es entstehen somit drei Nabel, der des serösen, des Gefäss- und des Schleimblattes, so wie es sich von selbst versteht, dass auch der ductus vitello-intestinalis aus denselben Schichten bestehen muss. Dieser Stiel ist anfangs sehr kurz und wird später länger. Durch ihn communicirt beim Vogel der Dotter mit dem Embryo und zwar zunächst mit dessen Schleimblatte, wie leicht einzusehen ist. Durch ihn hängen Gefässe zwischen beiden von einander nun abgesonderten Theilen (Embryo und Gefässblase der Keimhaut) zusammen (s. Fig. 8 B). — Bei Säugethieren und bei Vögeln ist der Process wesentlich derselbe, bei beiden schnürt sich der Embryo ab, bei beiden entstehen Nabelblasengang und Nabel, — nur e i n Unterschied besteht, der Dotter bei Säugethieren ist gering, daher bald die den Dotter enthaltende Blase bei Säugethieren sehr klein ist und kleiner als der Embryo, während es bei Vögeln umgekehrt der Fall ist. — Sie erscheint bei Säugethieren als ein durchsichtiges, Flüssigkeit enthaltendes Bläschen, das bald viel kleiner als der Embryo ist, der früher in ihr entstanden

war. — Bei Vögeln nennt man die Blase Dottersack, bei Saugethieren Nabelblase; s. Fig. 8 B, Fig. 7 D. — Aus dem Dottersacke der Vögel gelangt Dotter beständig zum Embryo und ernährt ihn, die kleine Nabelblase der Säugethiere hingegen verschwindet, beim menschlichen Embryo schon in der achten Woche. Sehr selten bleibt sie länger oder gar bis zur Geburt.

51. Die Ernährung des Embryo durch den Dotter bei Vögeln geschieht theils in der Weise, dass der Dotter als solcher in den Embryo hineinfliesst und zwar in dessen Darm (No. 115 fg.), theils aber auch, indem sich in der Gefässschicht der Keimhaut, welche den Dotter umschliesst, unmittelbar Blut und Gefässe bilden. In der Gefässschicht der Keimhaut, der area vasculosa, bemerkt man am zweiten Tage der Bebrütung eine zahlreiche Menge von Gefässen, Fig. 9, welche in ein rothes Randgefäss, Fig. 9 c, übergehen, das sinus terminalis genannt wird. An dem Theile der area vasculosa, welcher dem Kopfende des Embryo entspricht, theilt sich der sinus in zwei Gefässe, welche sich zum Embryo begeben, so wie auch an anderen Stellen Zweige aus dem sinus zum Embryo laufen, s. Fig. 15 c, (venae omphalo-mesaraicae genannt); aus dem Embryo kommen beiderseits Gefässe heraus (Fig. 9 e, Fig. 15 g), art. omphalo-mesaraicae genannt, welche mit den Gefässen in der area vasculosa communiciren. — Dies ist der erste Kreislauf. — Er dauert bei Vögeln das ganze Embryonalleben hindurch und erst in der Geburtszeit schlüpft der kleine Rest des Dotters mit seinem Dottersacke in die Bauchhöhle des jungen Vogels. — Während der Brütung wird der Dotter dünner, wasserreicher, das Eiweiss consistenter, zäher. — Bei einigen Säugethierklassen dauert der Nabelblasenkreislauf auch während des ganzen Fötuslebens (den Fleischfressern und Nagern), bei anderen hingegen und dem Menschen bleibt derselbe in der Regel nur sehr kurze Zeit.

52. Unmittelbar neben dem ductus vitello-intestinalis kömmt aus dem Körper des Hühnerembryo ein zweites, zuerst ganz kleines Bläschen hervor, und Gefasse. welche sich auf dem Bläschen auf einer eignen dunnen Membran verbreiten. Sonach besteht dieses Bläschen aus einer gefässführenden Membran und einer inneren Membran. Dieses Bläschen kann von dem Dottersacke getrennt werden, es liegt auf ihm und ist nur von der Dotterhaut bedeckt. Es durchbricht dieselbe und liegt nun an der membrana testacea an. Es wächst ziemlich rasch und hängt nur durch einen Stiel mit dem Embryo zusammen. Man findet die grösser gewordene Blase bald so dicht an der membrana testacea, dass sie bei Eröffnen des Eies leicht zerreisst; sie ist reich mit Gefässverzweigungen überdeckt. Da durch die Membrana testacea Luft dringen kann, so gelangt dieselbe auch an die Gefässe. Die Gefässe der genannten Blase (vasa umbilicalia s. allantoidis) stammen aus der Aorta, vertheilen sich, gehen in Venen über, welche auf demselben Wege zurücklaufen und eine einzige vena umbilicalis s. allantoidis zusammensetzen. — Die Blase heisst A l l a n t o i s, der Stiel, wodurch dieselbe mit dem Embryo zusammenhängt, Urachus (No. 124). — Die Allantois ist mithin das Organ, durch welches das aus dem Körper des Vogel-Embryo kommende Blut an die Luft geführt wird. — Im Wesentlichen ganz ähnlich verhält es sich bei dem Säugethier- und Menschenei. Auch hier erscheint eine Allantois. Wie sich aber im Hühnereie die Allantois an die Dotterhaut anlegte, so legt sich die der Säugethiere an das Chorion und zwar das villosum an. Die Allantois ist beim Menschen nur in der allerfrühesten Zeit vorhanden, später nicht mehr zu entdecken, sei es, dass sie vergeht, oder mit dem Chorion untrennbar verwächst. Wohl aber ist der Urachus vorhanden, und dann führt natürlich dieser die vasa umbilicalia unmittelbar zum Chorion. Diese Gefasse bestehen aus zwei Arterien und einer Vene. Die arteriae umbili-

calcs treten nicht nur an das Chorion, sondern treten durch dasselbe hindurch (wie beim Vogeleie durch die Dotterhaut), verästeln sich auf seinen Zotten zu immer feineren Zweigen, und gehen zuletzt in Venen über, welche sich wieder vereinigen, auf demselben Wege zurückgehen, auf der inneren Chorionfläche endlich eine vena umbilicalis zusammensetzen, die zum Embryo gelangt. — Die vasa umbilicalia des Säugethieres kommen mithin nicht an die Luft, wie die des Vogels. Hingegen stossen an die Zotten des Chorion die der decidua serotina des Uterus (No. 46), und an die letzteren Zotten gelangt das nahrungsreiche Blut der Mutter. Aus diesem Blute dringt ein Theil in die Venen, welche die vena umbilicalis zusammensetzen, und so führt diese Vene ebenso Nahrung dem Embryo aus dem Mutterblute zu, wie die venae omphalo-mesaraicae dem Vogelembryo aus dem Dotter.

53. Oben (No. 50) wurde gesagt, dass sich der Embryo von der Keim- oder Nabelblase abschnüre und nur durch einen Stiel mit ihr in Verbindung bleibe; aber indem er sich von ihr abschnürt, wirft sich von derselben noch eine Falte um ihn, anfangend am Kopfe und Schwanze. Diese Falte gehört aber nur der serösen Schicht der Keimhaut an, Gefäss- und Schleimblatt haben an derselben keinen Antheil. Diese Falte wächst, dehnt sich über den Rücken und zuletzt über den ganzen Embryo aus, so dass sie eine vollständige Blase bildet, welche jedoch am Nabel die zwei Stiele und Gefässe durchlässt, welche No. 50 und 52 beschrieben worden sind. Diese Blase ist ganz gefässlos und heisst Amnion, es liegt anfangs dicht am Embryo an, später entsteht Flüssigkeit zwischen beiden, liquor amnii, in welchem mithin der Embryo schwimmt. Amnion.

54. Der liquor amnii ist wahrscheinlich eine Absonderung des Fötus. Er findet sich auch in bebrüteten Vogeleiern. Es ist eine gelbliche, schleimige, Kochsalz, Liquor amnii.

schwefelsauren und phosphorsauren Kalk, wenig Eiweiss mitunter auch Harnstoff (Wöhler) enthaltende, übrigen sehr wässrige (97 bis 99%) Flüssigkeit, welche rasch alkalisch wird.

55. Aus dem Körper des Embryo gehen also hervor: 1) der ductus vitello-intestinalis; 2) die auf demselben verbreiteten Gefässe; 3) der urachus; 4) die au demselben verbreiteten vasa umbilicalia. Diese Theile sind unter einander 5) durch Zellgewebe und eine dickliche, gelbliche Flüssigkeit, welche man Whartonsche Sulze nennt, verbunden. Auch 6) Nervenfäden verlaufen in diesen Theilen (Schott). — Hierdurch entsteht ein Strang, welchen man Nabelstrang, funiculu umbilicalis, nennt (No. 144). — Sehr rasch, schon bald nach dem ersten Monate schwinden bei dem menschlichen Embryo der ductus vitello-intestinalis und seine Gefässe während sie bei den Vogelembryonen die ganze Brütungszeit hindurch bleiben.

56. Sonach findet man an einem abgegangenen Menscheneie aus der früheren Zeit, z. B. der fünften Woche folgende zu unterscheidende Theile: 1) die äussere Haut, welche schon im Eierstocke vorhanden war und Zona pellucida genannt wurde (No. 19), später zottig wird und Chorion (Fig. 7 A) heisst. Sie hüllt das Ei ein Sie lag an der Wand des Uterus an, und oft findet man noch an dem Chorion die an der Uterus-Wand gebildete neuen Membranen, die deciduae (No. 37 fg.); 2) innerhal des Chorion findet man aus dem vormaligen Dotter entstanden a) den Embryo, welcher durch ein Stielchen a b) dem Nabelbläschen (Fig. 7 D) hängt, in welchem e selbst früher sich gebildet hatte; c) die aus einer Schich des Nabelbläschens gebildete Umhüllung des Embryo, da Amnion; d) den aus dem Embryo bis zum Chorion ge führten, gefässreichen Strang, den Urachus (Fig. 7 a).

57. Die Entwickelung des Embryo ist anfangs wesentlich gleich bei den Vögeln und Säugethieren. —

Sie geschieht auf folgende Weise. In dem Keimbläschen (No. 44) entsteht ein Fleck, der Embryonalfleck.

58. Der Fleck wächst zum Streifen, Primitivstreifen oder Primitivrinne genannt. Dieser Streifen bleibt aber nicht gerade liegen, sondern beugt sich nach vorn und nach hinten kahnförmig um. Man nennt deshalb den Embryo auch carina. Das eine Ende des Kahns ist das Kopfende, das andere das Schwanzende. — Die Umbeugung ist der Art, dass die künftige Vorderfläche des Kopfes und Hintertheiles gegen die künftige Bauchfläche und resp. den Nabel hingeneigt sind. — Die Länge des Embryo von 12 bis 14 Tagen ist beinahe 1''' (Thomson), Krümmung des Embryo. Grösse desselben.

21 bis 25 Tagen	2''' bis 2½'''	(Wagner,
5 Wochen	6''' bis 7'''	Müller.)
3 Monaten	3½''	
4 „	5'' bis 6''	
5 „	9'' bis 11''	
6 „	12'' bis 14''	
7 „	16''	
8 „	16½''	
9 „	17''	
10 „	18'' bis 20''.	

59. An dem Embryo unterscheidet man, wie schon No. 50 erwähnt, der Dicke nach drei Abtheilungen, eine oberste, die man das seröse oder animale Blatt nennt, eine mittlere, das Gefässblatt, eine untere, das Schleimblatt *). Das seröse Blatt ist die Grundlage des Nervensystems und seiner Umhüllungen, der Knochen, der willkürlichen Muskeln, der Haut; — das Gefässblatt ist die Grundlage des Herzens und der Gefässe; — das Schleimblatt die Grundlage des Darmcanals, der Lungen, Leber, Blätter.

*) Mit „oben“ wird die dem Beobachter eines Eies zunächst zugekehrte Fläche bezeichnet, es ist die spätere Rückenfläche, „unten“ die spätere Bauchfläche, „vorn“ das Kopfende, „hinten“ das Schwanzende.

des Pancreas, der Allantois. — Einige andere Organe entstehen so, dass alle Blätter daran Theil nehmen, namentlich die zur Harnexcretion bestimmten und die Geschlechtsorgane.

Seröses Blatt. Mitteltheil 61—87.

60. An dem serösen Blatte des Embryo unterscheidet man einen Mitteltheil und Seitentheile. Der Mitteltheil entsteht zuerst und ist eher vorhanden, ehe die Seitentheile sich noch zeigen. Der Mitteltheil ist die Grundlage des Rückenmarks, des Gehirns mit seinen Umhüllungen und seinen Anhängen, dem Auge, dem inneren Ohre, der inneren Nase. Die Seitentheile bilden das Gesicht, den Hals, die Brust- und Bauchhöhle, die Extremitäten und gehen in das Amnion über.

Primitivstreifen.

61. Die erste Andeutung des Mitteltheils ist die erste Anlage des Embryo überhaupt (der Primitivstreifen oder auch die Primitivrinne), ein Strich, welcher am leichtesten bei Vogeleiern schon wenige Stunden nach der Bebrütung gesehen wird, der aber nicht lange als solcher besteht.

Rückenplatten. Chorda dorsalis.

62. An die Stelle des Primitivstreifens treten zwei andere Gebilde, deren Form man am besten durch die Abbildung sich versinnlicht (Fig. 12). Zwei seitliche Ausbuchtungen, die Rückenplatten, laminae dorsales (Figur 12 b), haben nämlich einen nach hinten zugespitzten, nach vorn mit einem Köpfchen versehenen schmalen Streifen, chorda dorsalis, zwischen sich (Fig. 12 a, a). Aus jeder Rückenplatte wird eine Hälfte des Wirbelcanals und eine Hälfte des Rückenmarks. Diese beiden, anfangs in derselben Fläche liegenden, Hälften wachsen bald gegen einander und schliessen sich endlich zu einem Canal, nämlich dem Canale der Wirbelsäule. Ehe aber diese Schliessung und Bildung eines Canals zu Stande kommt, entstehen in den Rückenplatten viereckige, dunkele Stellen, aus welchen die Wirbel werden (Fig. 12 b), deren Anzahl sich von Stunde zu Stunde mehrt. Ausserdem wachsen die Rückenplatten nach vorn gegen den späteren Kopf zu und zeigen hier drei blasenförmige Erweiterun-

gen, die nachherigen Gehirnblasen (Fig. 12 c, d, e). — Hierdurch hat der Embryo einen Kopf, welcher durch die Krümmung, welche er annimmt, deutlicher sich vom Rumpfe sondert. Denn indem der Kopf gegen den Bauch sich senkt, muss sich eine Hervorragung, der sogenannte Nackenhöcker, bilden.

63. Innerhalb der Höhle der Rückenplatten, in dem hintern Theile derselben sowohl als dem vordern, lagert sich Nervenmasse ab; es bildet sich wahrscheinlich gleich von Anfang der Entstehung Rückenmark und Gehirn, von der Wandung nach der Mitte und zwar von unten nach oben hin wachsend. Entstehung der Nervenmasse.

64. Die vorderste Gehirnblase wird zur Grundlage der Hemisphären des grossen Gehirns, der Sehhügel, der gestreiften Körper und der Commissuren. — Die mittlere Gehirnblase wird zur Grundlage der Vierhügel. — Die hintere Gehirnblase wird zur Grundlage des verlängerten Markes und kleinen Gehirns. Gehirnblasen.

65. Alle drei Blasen erhalten durch Furchungen Unterabtheilungen, und zwar finden Furchungen der Länge nach Statt, wodurch zwei seitliche Hälften entstehen und Furchungen der Quere nach. — Die vordere Gehirnblase zerfallt in eine vordere grössere und hintere kleinere Blase (Fig. 13 a, b). Aus jener werden die Hemisphären, aus dieser die Sehhügel. Jene nennt man Vorder-, diese Zwischenhirn. — Das Vorderhirn theilt sich früh in zwei seitliche Halften (Fig 13 a), das Zwischenhirn erst im dritten Monate. Das Vorderhirn wächst stärker, als alle übrigen Theile. Daher erscheint bald das Zwischenhirn als Anhang, über und unter welchen sich das Vorderhirn legt; die Vorderhirnblase wächst aber noch weiter und deckt beim Menschen nicht nur die mittlere, sondern sogar einen Theil der hinteren Blase. Im ausgebildeten Gehirne werden daher Vierhügel und kleines Gehirn von den Hemisphären des grossen Gehirns eingehüllt. Furchungen der Gehirnblasen.

Gehirnhöhlen. 66. Dadurch, dass sich im Innern der einzelnen Blasen Nervenmasse absetzt, bleibt bei Säugethieren wenig von ihrer Höhlung mehr übrig. Das vorderste Ende der Höhle des Vorderhirns ist das Infundibulum; die Haupthöhle wird in eine mittlere (ventriculus tertius) und zwei seitliche (ventriculi laterales) geschieden, dadurch, dass das Zwischenhirn (Sehhügel) wie in das Vorderhirn eingeschoben erscheint und dadurch, dass sich in der Vorderhirnblase der gestreifte Körper jederseits bildet. Beide Körper sind am Ende des zweiten Monats entstanden.

Commissuren. 67. Im dritten Monate entstehen die Commissuren. Von unten wächst das septum pellucidum, zwischen beiden Hemisphären das corpus callosum und unter demselben der Fornix, dessen crura anteriora zuerst sich bilden, gleichzeitig oder noch früher die corpora mammillaria, die letzten Enden der crura anteriora. Diese sind, was bemerkenswerth ist, anfangs eine ungetrennte Masse und trennen sich später. Bei den meisten Säugethieren bilden die corpora mammillaria das ganze Leben hindurch nur eine einzige Masse.

Ammonshorn. 68. Im vierten Monate, wo das Vorderhirn bis über die Vierhügel nach hinten sich ausgedehnt hat, wird an dem seitlichen und unteren Theile derselben Gehirnblase, welcher sich oberhalb des Zwischenhirns (Sehhügel) befindet, die Masse des Ammonshorns sichtbar, mit allen den angränzenden Theilen.

69. Die Vorderhirnblasse wird, wie schon erwähnt, allmälig immer mehr von Nervenmasse ausgefüllt, von der sich ein Theil mit der Nervenmasse verbindet, welche sich vom Rücken- und resp. verlängerten Marke ausbreitet und als pedunculus cerebri jeder Seite unter und neben der mittleren Gehirnblase (Vierhügel) hergeht und endlich das Zwischenhirn (Sehhügel) und die corpora striata durchzieht. — (Anmerkung. Auch in dem ausgebildeten Gehirne, namentlich kleinerer Säugethiere,

lasst sich bekanntlich der Zug der Fasern der pedunculi cerebri auf diese Weise zeigen. Die unteren Mittelstränge des verlängerten Marks, corpora pyramidalia, gehen als funiculi pyramidales pontis durch die Brücke, streichen sodann in die crura s. pedunculi cerebri und wenden sich über dem tractus opticus nach aussen und oben, gehen erst in die Sehhügel, sodann in die gestreiften Körper über und strahlen zuletzt in die Markmasse der grossen Gehirnhemisphären [radiatio medullaris cerebri] aus.)

70. Das Zwischenhirn (s. No. 65), anfangs eine hohle Blase, nach hinten mit der Blase der Vierhügel, nach vorn mit der Blase der Hemisphären in offener Verbindung, zeichnet sich dadurch aus, dass sein Wachsthum viel langsamer von Statten geht, als das des Vorderhirns, von dem es sich abschnürte. Das Zwischenhirn ist, wie erwahnt, Grundlage der Sehhügel. Allmälig füllt sich diese anfangs einfache Blase ganz mit Nervenmasse aus, deren grösster Theil den Gehirnschenkeln (pedunculi) angehört; so dass sie weder nach hinten, noch nach vorn mit den angränzenden Blasen durch offene Mündung communicirt. Die hinter ihr liegende Mittelhirnblase endigt mit einer kleinen Öffnung hinter dem Zwischenhirne (aquaeductus Sylvii). Wahrend der Ablagerung der Nervenmasse furcht sich das Zwischenhirn, es wird in zwei Sehhügel getrennt, zwischen denen schon im dritten Monate vorn die commissura anterior, hinten die commissura posterior und erst im neunten Monate die commissura mollis die Vereinigung bildet. Das Zwischenhirn tritt aber noch mit zwei andern Theilen in bemerkenswerthe Verbindung, erstens mit dem Commissurensystem des Vorderhirns, indem die crura anteriora fornicis Fasern zu ihm hinschicken und zweitens mit der Zirbel (glandula pinealis), welche im vierten Monate sichtbar wird. Sie ist ein Theil der Oberflache des hintern Zwischenhirns, welche sich erhebt, löst, aber nicht mit den dahinterliegenden Vierhügeln verwächst.

Sehhügel.

Vierhügel. 71. Die mittlere Gehirnblase oder Vierhügelblase ist bis zum sechsten Monate ohne Furchung. Dann entsteht zuerst Längen- und im siebenten Monate Querfurchung. (Anm. Bei sehr vielen Thieren kommt niemals die Querfurchung zu Stande, und es sind daher nicht Vierhügel sondern Zweihügel.) Die Vierhügelblase wird zum Theil von der Masse ausgefüllt, welche den pedunculi cerebri (s. No. 69) angehört. Der unterste Mitteltheil allein bleibt Canal, aquaeductus Sylvii.

Kleines Gehirn und verlängertes Mark. 72. Die dritte oder hinterste Gehirnblase scheidet sich durch eine Einknickung in zwei Abtheilungen, deren vorderste, das Hinterhirn (Fig. 14. A. d), zum kleinen Gehirne, deren hinterste, das Nachhirn (Fig. 14. A. e) zum verlängerten Marke wird. Erst im zweiten Monate sieht man als dünnes Markblatt das kleine Gehirn. (Anmerkung. Bei vielen Thieren, namentlich Amphibien bleibt das kleine Gehirn das ganze Leben hindurch dünnes Markblatt.) Im fünften Monate entsteben die Furchungen zur Lappenbildung, im siebenten Monate lassen sich an den Hemisphären und dem Wurme die Windungen deutlich unterscheiden. — Mit der Entwickelung des kleinen Gehirns schreiten gleichmässig voran die strickförmigen Körper des verlängerten Marks, die crura ad pontem und auch die crura ad corpora quadrigemina. — Im vierten Monate ist der Markkern des kleinen Gehirns gebildet; Fasern desselben gehen eine Verbindung mit den Fasern der Stränge des verlängerten Marks (corpora pyramidalia und olivaria) ein und bilden die im vierten Monate vorhandene Brücke (pons Varolii).

Verlängertes Mark. 73. Der hintere Theil der dritten Gehirnblase wird zum verlängerten Marke. In dieser Blase beginnt die Anlegung der Nervenmasse von unten und wächst nach oben. Oben füllt sich jedoch die Höhle nicht vollständig aus. Es bleiben der calamus scriptorius und die vierte Hirnhöhle unbedeckt. Im dritten Monate entstehen im

dem kleinen Gehirne die corpora restiformia, im fünften bis sechsten die Pyramiden und Oliven.

74. Innerhalb der Höhle der Rückenplatten sondert sich die für die Fasern und Kugeln des Rückenmarks bestimmte Masse ab, die anfangs aus Zellen besteht. Das Rückenmark ist zuerst, wie das Gehirn, Canal und bleibt es auch bei vielen Thieren. Gegen das Schwanzende hin ist es in der früheren Zeit erweitert, man nennt die Ausbuchtung: sinus rhomboidalis. Rückenmark.

75. Bis zum vierten Monate erstreckt sich das Rückenmark durch die ganze Wirbelsäule, von da an wächst diese stärker, und in dem untern Ende der Wirbelsäule sind bloss Nerven enthalten.

76. Die peripherischen Nerven sind bei einem zwölfwöchentlichen Fötus deutlich sichtbar. Peripherische Nerven.

77. Sehr früh und wohl noch früher als die cerebrospinalen Nerven erkennt man die Ganglien und den n. sympathicus.

78. Die Augen sollen in ihrer ersten Anlage nur einfach sein und in einer Grube vor der vordersten Hirnblase liegen und später durch die dazwischentretende erste Gehirnblase aus einander getrieben werden (Huschke). In der nächsten Zeit machen die Augen zwei Ausbuchtungen aus, welche zur Seite der vordersten Gehirnblase liegen (Fig. 12. f). Anlage der Augen.

79. Cornea und Sclerotica sind in der fünften Woche noch nicht als zwei Membranen zu unterscheiden. Erst später wird die Cornea durchsichtig. Cornea und Sclerotica.

80. Die Chorioidea ist in der fünften Woche als Pigmentring zu erkennen, sie wächst von vorn nach hinten. — Die Chorioidea hat an der innern Seite einen Spalt (Fig. 13), welcher nach Huschke der Rest der Trennung der früher vereinigten Augen (s. No. 78) ist. — Er verschwindet nach der siebenten Woche. Chorioidea.

81. Die Iris entsteht viel später, erst gegen das Ende des dritten Monats. Iris.

Linse. 82. Die Linse ist in der siebenten Woche erkennbar. Sie liegt dicht hinter der Cornea. Sie ist durch eine Einstülpung der äusseren Haut entstanden.

Retina. 83. Die Retina erscheint gleichfalls in der siebenten Woche. Sie reicht anfangs bis zum Rande der Linsenkapsel. Dieses Ende verdünnt sich und wird zonula Zinnii.

Umgebungen. 84. In der zehnten Woche entstehen die Augenlieder, welche verwachsen und vor der Geburt sich erst lösen: um den sechsten Monat entstehen die Augenwimpern: im vierten Monate die Thränendrüse.

Pupillarsack. 85. Vor der Entstehung der Iris (s. No. 81) wird die Linse von einem serösen Sacke, Kapselpupillarsack, eingeschlossen. Durch die Iris wird derselbe in zwei Abtheilungen geschieden. Die vordere läuft vor der Iris und verschliesst die Pupille, sie wird genannt: **Pupillarmembran**; die hintere endet an der dahinterliegenden Linse und heisst Kapselpupillarmembran. — Im siebenten Monate fängt dieser Sack an zu schwinden, doch bleibt die Pupillarmembran zuweilen bis nach der Geburt.

Ohr. 86. Das innere Ohr entsteht als Anhang der hinteren Gehirnblase in Form eines kleinen Bläschens, welches Emmert'sches Ohrbläschen genannt wird (Fig. 12 i). An diesem Bläschen falten sich nach oben die halbzirkelförmigen Canäle, nach unten windet sich die Schnecke. Es wird von einer Kapsel umschlossen, welche Grundlage des knöchernen Labyrinthes ist.

87. Über das mittlere und äussere Gehörorgan s. No. 91; über das Geruchsorgan und über das Geschmacksorgan No. 95.

Seröses Blatt. Seitentheile, 88—104. 88. Die Seitentheile des serösen Blattes (s. No. 60) sind die sogenannten Bauch- oder Visceralplatten. Sie sind bei ihrem ersten Entstehen schmale Streifen, welche neben den Rückenplatten liegen, und zwar mit ihnen in derselben Ebene. Später wachsen sie von beiden Seiten so einander entgegen, dass sie sich nach der Bauchfläche

hinwenden. Eine Scheidung in Hals-, Brust-, Bauchhöhle ist noch nicht erfolgt. — In den Visceralplatten scheiden sich ab Knochen, Muskeln, die Haut, und an der Granze zwischen Visceral- und Rückenplatten treten die Extremitäten hervor.

89. Der vorderste Theil der Visceralplatten, welcher sich hinter den Gehirnblasen befindet, ist sehr merkwürdig. Auf beiden Seiten derselben entstehen nämlich Öffnungen, so dass also der Embryo zu dieser Zeit Kiemen hat, wie sie bei Fischen das ganze Leben bestehen, die bei den meisten anderen Wirbelthieren hingegen wieder schwinden. Diese Öffnungen, von Rathke entdeckt, hat man auch Kiemenspalten oder Visceralspalten genannt (Fig. 13. m). Kiemenspalten.

90. Sie sind beim menschlichen Embryo ungefähr von der dritten bis siebenten Woche sichtbar. Zwischen den Spalten laufen erhabene Streifen, die man Kiemenbogen oder Visceralbogen genannt hat. Es sind vier Kiemenbogen beim menschlichen Embryo vorhanden. Kiemenbogen.

91. Aus dem vordersten Visceralbogen entstehen Oberkiefer und Jochbein, dann Unterkiefer und Zunge, Hammer und Ambos, und die äusseren Theile des Ohres, die Eustachische Troumpete und die Trommelhöhle (Reichert).

92. Aus dem zweiten Visceralbogen entstehen der Steigbügel und das kleine Horn des Zungenbeins (Reichert).

93. Aus dem dritten Visceralbogen der Körper, die grossen Hörner des Zungenbeins, die cartilagines arytenoideae und der Kehldeckel (Reichert).

94. Der vierte Visceralbogen verschwindet und scheint bei Vögeln gänzlich zu fehlen (Fig. 13).

95. Zu der Zeit, wo diese Kiemenspalten im menschlichen Embryo bestehen, sind die beiden Visceralplatten beider Seiten am vorderen Gesichte keineswegs noch vereinigt. Vielmehr stehen die Nasenlöcher, welche ober-

halb des vordersten Bogens sich finden, noch relativ weit aus einander, ebenso die Augen, und es ist eine sehr grosse Öffnung vorhanden, welche die künftige Mund- und Rachenhöhle vertritt. — In derselben sieht man schon früh das erste Rudiment der Zunge.

Kiefer. 96. Die Kiefer sind schon in der sechsten Woche zu erkennen.

Zähne. 97. In ihnen beginnt im dritten Monate die Bildung der Zähne, indem in dem Kieferrande eine Rinne entsteht, in welcher wie Kegel die Zahnkeime, papillae s. pulpae dentium, hervorspriessen. Sie werden bald von einem Säckchen eingehüllt. An der Innenfläche der oberen Wand des Säckchens, welche also auf der Spitze des Kegels aufliegt, entsteht eine körnige Masse, das Schmelzorgan, welches die Pulpa wie eine Kappe deckt. In der Pulpa bilden sich die Zahnröhrchen, welche die Zahnsubstanz wesentlich bilden. Die Verknöcherung beginnt im siebenten Monate. — Aus dem Schmelzorgane bildet sich der Schmelz. Zuerst entstehen die Papillen für den vorderen oberen Backzahn, dann für den unteren vorderen Backzahn, dann für die Eck-, für die Schneide-, für die hinteren Backzähne.

98. Schon während des Fötuslebens entstehen zum Theil hinter den 20 Zahnsäckchen für die Milchzähne die 32 für die bleibenden Zähne, von denen das für den vordersten bleibenden Backzahn in gleicher Reihe mit denen der Milchzähne steht.

Knochen. Knorpel. 99. Die Knochen bilden sich sämmtlich aus Knorpeln, deren Zellen durch Verschmelzung theils in die den Knochen eigenthümlichen Markkanälchen, theils in die sogenannten Knochenkörperchen übergehen. In der sechsten Woche beginnt die Verknöcherung. Zu den ersten verknöchernden Knorpeln gehört das Schlüsselbein. Die Verknöcherung geht von gewissen Stellen des Knochens aus, die man Verknöcherungspunkte nennt, von denen z. B.

die Röhrenknochen einen in der Mitte, je einen oder mehre in den Endstücken (Epiphysen) haben.

100. Im dritten Monate entstehen die Muskeln, zuerst am Rücken. Muskeln.

101. Im Anfange des zweiten Monats ist schon das Corium gebildet mit Epidermis. Letztere sammelt sich später auf der Haut an und macht den käsigen Überzug der Neugebornen (vernix caseosa) aus. Corium.

102. Im vierten Monate entstehen die Haare und fast zu derselben Zeit die Nägel. Die Haare des Fötus sind sehr fein und zart, man nennt sie lanugo. Die Richtung, in der sie erscheinen, ist sehr eigenthümlich, sie zeigen sich nämlich in bestimmten Linien, welche besondere Figuren bilden (Eschricht). Haare.

103. In der vierten bis fünften Woche kommen als zwei weisse Leistchen, oben und unten, die Extremitäten zum Vorschein, deren hinteres Ende breit und abgerundet ist (Fig. 7. p. q). In dieser Form erscheinen sie ebensowohl bei Vögeln, als Säugethieren. — Zunächst sondern sich am abgerundeten Ende durch vier Einschnitte die Finger. Dann entstehen Schlüsselbein, Schulterblatt, Beckenknochen, Oberarm und Schenkel, Vorderarm und Unterschenkel. Extremitäten.

104. In der achten Woche haben sich die beiden Hälften des serösen Blattes vollständig geschlossen, das Gesicht ist gebildet, die Nasenlöcher sind neben einander gerückt, die Mundhöhle ist mit einem Munde versehen. Nur an einer Stelle des Bauches ist das seröse Blatt noch geöffnet; diese offene Stelle ist der Nabel, welcher, je jünger der Embryo, desto weiter nach hinten liegt. Nabel.

105. Während der Entwickelung des serösen Blattes hat sich auch das Gefässblatt (s. No. 48 und 59) weiter ausgebildet. Herz und Gefässe sind entstanden und die letzteren haben das seröse Blatt vielfach durchdrungen. Gefässblatt, 105—113.

106. Unmittelbar hinter den Gehirnblasen entsteht das Herz, anfangs als gerader Streifen und dann als gerades Herz.

2**

Gefäss. Man erkennt diese Stelle durch ihre Zusammenziehung sehr leicht auch dann schon, wenn ihr Inhalt noch nicht gefärbt ist; aber am zweiten Bebrütungstage macht sich der rothe rhythmisch in drei auf einander folgenden Pulsen schlagende Punkt, punctum saliens, leicht bemerklich. — Die wichtigsten Entwickelungserscheinungen am Herzen sind folgende: Am hinteren (gegen den Schwanz gerichteten) Ende geht das kurze Herzgefäss dichotomisch in zwei Zweige aus, Fig. 12′. Das grade im Körper liegende Gefäss krümmet sich, so dass es nach einer Seite hin einen Bauch macht, welcher wie ein Bruch an dem Embryo hervorsteht, Fig. 12 g. An dem vorderen (Kopf-) Ende dieses so erweiterten und gebogenen Herzgefässes geht ein engeres Gefäss heraus, die spätere Aorta, Fig. 12″. — Jene dichotomischen Zweige werden die späteren venae omphalo-mesaraicae (No. 51). Diese Gefässe wenden sich, indem sie weiter wachsen, nach vorn, was am Deutlichsten aus der Figur 15 e zu ersehen ist. — Das Herz selbst krümmt sich zusammen, s. Fig. 15 a, und wechselt seine Lage verschiedentlich. Es wird mit Muskelfasern umgeben und scheidet sich durch drei Verengerungen in Venensack, Herzkammer und Aortenbulbus. Die Einschnürung zwischen Vorhof und Herzkammer wird canalis auricularis, die zwischen letzterer und Aortenbulbus fretum Halleri genannt (Fig. 15).

107. Das Herz, welches bald ganz quer in dem Körper zu liegen kommt (Fig. 7. g), dreht sich nach dem zweiten Monate so, dass die Ventrikel mehr nach hinten und der Venensack mehr nach vorn sich wendet, obwohl es noch lange dauert, bis das Herz seine Lage, wie bei der Geburt, erhalten hat.

108. In der vierten bis fünften Woche wächst die Scheidewand der Ventrikel, am Venensack buchten sich seitlich erst die Herzohren aus, und dann entsteht die Scheidewand, welche bis zur Geburt nicht vollständig ge-

schlossen ist, und zuletzt entsteht die Scheidung des bulbus aortae in zwei Aorten (vgl. 110).

109. Mit den hinteren Schenkeln des Herzens (s. No. 106) vereinigen sich in der allerersten Zeit die venae omphalo-mesaraicae (s. No. 51), später, wenn sich im zunehmenden Körper des Embryo mehr Blut (s. No. 112) gebildet hat, dagegen die vasa omphalo-mesaraica geschwunden sind, werden aus den hinteren Schenkeln die venae cavae. Die vena cava inferior nimmt die Vene auf, welche aus den Zotten des Chorion auf dem Urachus zurückgeht, auf der unteren Fläche der Leber verläuft, hier sich verzweigt und zuletzt (als ductus venosus Arantii) zur vena cava inferior übergeht, — nämlich die vena umbilicalis (s. No. 52), sowie sie allmälig die übrigen ihr zukommenden Venen empfängt.

110. Wenn sich am vorderen Herzende der bulbus aortae (s. No. 106) gebildet hat, so entspringen aus diesem die sogenannten vorderen Herzschenkel (s. Fig. 15 d, e). Später kommen anstatt zweier Arterien deren drei, endlich vier und sogar fünf, welche man die Aortenbogen nennt. So lange der Embryo noch in der Fläche der Keimhaut liegt, also sich noch keine Nabelblase gebildet hat (s. No. 50), so sind diese Aortenbogen grossentheils dazu bestimmt, das Blut aus dem Embryo in die Keimhaut und resp. deren area vasculosa (s. No. 49) zu führen. Zu dieser Zeit sind nur zwei Aortenbogen vorhanden (Figur 15), sie vereinigen sich zu einem Stamme, der Aorta, welche vor den Wirbeln herabsteigt und in der Nähe des Schwanzes zwei starke Schenkel, arteriae omphalo-mesaraicae, abgibt, welche in die area vasculosa übergehen. Von den später entstehenden drei und vier und fünf Aortenbogen bleiben endlich nur drei übrig, aus welchen die Aorta und a. pulmonalis sich bilden. Die beiden vordersten Aortenbogen werden rechts zum truncus anonymus, links zur carotis und subclavia sinistra; von den mittleren obliterirt der rechte, der linke hingegen wird zur Aorta

(descendens); von den hinteren wird der rechte zu der arteria pulmonalis, der linke obliterirt. — Der mittlere und der hintere Aortenbogen communiciren bald nach ihrem Ursprunge, nachdem zuvor aus dem hinteren zwei kleine Stämmchen hervorgegangen sind, die rami pulmonales, und bilden die absteigende Aorta. Das Arterienstück, durch welches beide Bogen mit einander communiciren, wird ductus arteriosus Botalli genannt (Figur 16. c). Es wird gleich nach der Geburt zum Bande.

Kreislauf. 111. Vom vierten Monate an ist der Fötuskreislauf vollständig in folgender Weise: Von der a. hypogastrica, einem Zweige der absteigenden Aorta, entspringen die zwei arteriae umbilicales, welche hinter der bereits entstandenen Harnblase (s. No. 124) zu dem Urachus, welcher ununterbrochen mit der Harnblase communicirt, hingehen und auf ihm und somit in dem Nabelstrange (s. No. 55) bis zu dem Chorion und durch dasselbe zur Placenta. Aus der Placenta kehrt auf demselben Wege die vena umbilicalis (s. No. 109) zur vena cava zurück. Das Endstück der vena umbilicalis, der ductus venosus Arantii, führt Blutbestandtheile der Mutter in die Hohlader. Die vena cava inferior ist aber in dem rechten Vorhofe so gestellt, dass ihre Mündung der Öffnung der Scheidewand, d. i. dem foramen ovale gerade gegenüber liegt (Fig. 17. d), dass also schon desshalb das meiste Blut nicht im rechten Vorhofe bleibt, sondern in den linken übergeht. Dieser Zweck wird aber noch mehr dadurch erreicht, dass vor der Vene eine Erhöhung (tuberculum Loweri) (Fig. 17. f), hinter derselben eine Falte der inneren Herzhaut (valvula Eustachii) (Figur 17. e) dem eindringenden Blute zwei Dämme entgegensetzen, so dass dasselbe in der hierdurch gebildeten Strasse geraden Wegs zum ovalen Loche gelangen muss, — was sich auch durch Injectionen sehr bestimmt nachweisen lässt (Reid). — Das mütterliche Blut, aus dem linken Atrium und Ventrikel in die Aorta geführt, gelangt

am Reinsten durch die Carotiden und Subclavien in den vorderen Körpertheil (Gehirn); was hingegen in den absteigenden Aortentheil kommt, vermischt sich durch den ductus arteriosus Botalli mit dem Blute der a. pulmonalis, welches hauptsächlich von der vena cava superior stammt.

112. Das Blut entsteht früher als die Gefässe. Aus dem Bildungsstoffe, den der Säugethierembryo von der Mutter, der Vogelembryo durch den Dotter erhält, entsteht wahrscheinlich erst die Flüssigkeit des Blutes, plasma s. liquor sanguinis, und dann entstehen kernhaltige, ungefärbte, grosse, runde Zellen, aus denen sich die Blutkörperchen (wahrscheinlich zuerst als kleinere Zellen in einer gemeinschaftlichen Mutterzelle) entwickeln, indem sie durch einen unbekannten Process gefärbte Körnchen erhalten und kleiner werden. Blut.

113. Es ist durch neuere Beobachtungen wahrscheinlich geworden, dass in der Leber sich die Blutzellen erzeugen. Man findet hier alle Stufen derselben neben einander (Prevost und Dumas, Reichert, E. H. Weber, Kölliker).

114. Während sich das seröse und das Gefässblatt in der angegebenen Weise ausgebildet haben, entwickelt sich auch schon ganz frühe das unterste oder Schleim- oder vegetative Blatt (s. No. 59). Es wird zum Darmkanal. Seine erste Anlage erfolgt zwar sehr frühe, beim Hühnchen schon am zweiten Tage, aber erst nachdem das Herz schon entstanden ist. Schleimblatt 114—125.

115. Das Schleimblatt, ein sehr schmaler Streifen, wird, wenn es in die Breite wächst, erst zur Halbrinne, dann zum vollständigen Kanal. Dieser Kanal behält nur an einer Stelle eine Öffnung, der Nabel oder Darmnabel genannt. Durch diese Öffnung communicirt der Darm ununterbrochen mit dem Stiele des mittlerweile entstandenen Nabelbläschens (s. No. 50). (Fig. 7. D.) Bei Hühnerembryonen besteht die Communication mit dem Darmrinne.

Dottersacke, welcher dem Nabelbläschen analog ist (Figur 8 a).

Magen. 116. Der Darmkanal ist anfangs ein gerades Rohr, überall von gleichem Durchmesser. Rasch schwillt aber eine Stelle des vorderen Darms mehr an, es ist der Magen (Fig. 7. k). Der Magen steht durchaus vertical, was bei vielen Thieren als normale Stellung das ganze Leben hindurch bleibt. Erst im siebenten Monate hat er seine gewöhnliche Lage (Fig. 18, 19. B). Seine Anschwellung trifft am meisten sein vorderes Ende, nach der linken Seite hin. Er macht später eine Drehung, so dass der Pylorus nach Rechts, die Cardia nach Links zu liegen kommt.

Darm. 117. In dem hinter dem Magen folgenden Theile des Darmkanals kann man zwei Abtheilungen unterscheiden. Die erste Abtheilung reicht bis dahin, wo der Darm ununterbrochen in den Stiel der Nabelblase (ductus vitello-intestinalis) übergeht (s. Fig. 7. r). Die andere Abtheilung geht von da wieder gegen die Wirbelsäule des Embryo hin (Fig. 7. m). Aus der ersten wird hauptsächlich der Dünndarm, aus der letzteren der Dickdarm, und nach der 7.—8. Woche ist die Verbindung mit dem d. vitello-intestinalis verschwunden, weil dann auch das Nabelbläschen nicht mehr existirt (s. No. 50). — Sowohl der Dünndarm als der Dickdarm wachsen, ersterer jedoch mehr als der letztere; in Folge der entstandenen Vergrösserungen legen sich beide in Windungen zusammen. Die Windungen des Dickdarms erfolgen der Art, dass sich ein mit seiner Convexität nach Rechts gerichteter Halbkreis links neben den Dünndarm legt, dann der Darm sich immer weiter gegen die Milz hin erhebt, also zuerst das Colon descendens entsteht; dann bildet sich das Colon transversum, endlich auch das ascendens. In Fig. 18 und 19 fehlt das letztere noch.

Gekröse. 118. Bei seinem Entstehen ist der ganze Darm (Magen mitgerechnet) durch eine mit dem Gefässblatte zusammen-

hangende Falte an die Wirbelsäule geheftet, welche das Gekröse genannt wird. Das Magengekröse, Mesogastrium, steht, wie der Magen, perpendikular; legt sich später der Magen horizontal, so füllt er sein Gekröse, wie einen Beutel, aus, dessen Öffnung (das spätere Winslowische Loch) rechts liegt und anfangs sehr gross ist. — Es wird zuerst dadurch verkleinert, dass mit dem Mesogastrium ein Überzug der Leber verwächst und so das kleine Netz zwischen Leber und Magen ensteht.

119. Das Gekröse des dünnen Darmes liegt, wie der dünne Darm, anfangs vor dem Gekröse des dicken Darms. Der Dickdarm windet sich aber so, dass er vor den Dünndarm zu liegen kommt. Sein Gekröse ist kurz.

120. Während der Bildung des Darms kommen an ihm und mit ihm verbunden seine Anhänge oder sogenannte Ausstülpungen zu Stande. Es sind deren fünf und zwar von vorn nach hinten: Lungen, Leber, Pancreas, Blinddarm, Allantois. Von diesen entstehen zuerst die Allantois, dann Leber und Lungen, dann Blinddarm und Pancreas. Ausstülpungen des Darms.

121. Am meisten in die Augen fällt die Leber wegen ihrer Grösse. Sie liegt unmittelbar hinter dem Herzen, (Fig. 7. h, 13. f), zur rechten Seite des Magens und auf ihm, nimmt fast die ganze Breite des Embryo ein und hat eine stark rothe Färbung. Schon früh lassen sich an ihr zwei Lappen unterscheiden. Der linke Lappen deckt, wenn man den Embryo auf dem Rücken liegend betrachtet, den Magen und einen Theil des folgenden Darms. Leber.

122. Unmittelbar vor dem Magen erkennt man als Lungen die beiden winzigen Anhänge der Speiseröhre schon ganz deutlich in der fünften Woche (Fig. 7. i), in der siebenten Woche ist die Luftröhre gebildet, und etwas später der Kehlkopf, der zum Theil von den Visceralbogen ausgeht (s. No. 93). (Anm. In dem Hühnerembryo von drei Tagen sieht man die eine Lunge vor der Leber. Fig. 13. n.) Lungen.

Pancreas. Blinddarm. 123. An der linken Seite des Darmes hinter dem Magen entsteht um die sechste Woche die dritte Ausstülpung, das Pancreas (Fig. 7 s) und etwas früher, an der Gränze zwischen beiden Darmschenkeln (s. No. 117), das Coecum.

Allantois. 124. Früher als die genannten Anhänge tritt aus dem Enddarme ein Bläschen an einem Stielchen, die Allantois, welche, wie oben erwähnt, beim Menschen früh schwindet, bei Vögeln und manchen Säugethieren hingegen die ganze Embryonalzeit hindurch besteht. Der Stiel der Allantois, der mit dem Enddarme communicirt, heist Urachus (s. No. 52). Gerade wo er unter dem Enddarme liegt, dehnt er sich später beträchtlich aus und wird zur Harnblase. Beim neugebornen Kinde ist der fundus vesicae ganz spitz, und aus dieser Spitze lässt sich eine Strecke weit ein hohler Kanal bis in den Nabelstrang verfolgen (Haller, Noreen). Dieser Kanal ist der Urachus, welcher bald obliterirt und zum ligamentum vesicae medium wird. —

125. Die Allantois-Blase enthält eine Flüssigkeit welche bei verschiedenen Thieren untersucht wurde. In dieser Flüssigkeit finden sich Concretionen, welche von Harnsäure gebildet sind (Jacobson). Daraus erhellt dass die Allantois das erste Excretionsorgan des Embryo ist.

Wolf'sche Körper. 126. Der Entwickelung der Harn- und Geschlechtsorgane geht die Bildung eines auf jeder Seite befindlichen Körpers voraus, der beim menschlichen Embryo nur bis zur achten Woche besteht und dann verschwindet. Es ist der Wolf'sche Körper oder Urniere, Primordialniere (Fig. 7. n, 13. h). Er stellt eine Platte dar welche zwischen dem serösen Blatte und dem Darm jederseits zu finden ist, in der ersten Embryonalzeit von dem Herzen an sich bis zum Schwanzende des Embryo erstreckt und aus querliegenden, reich mit Gefässen versehenen Kanälchen besteht. Die mikroskopische Beschaffen-

heit der Wolf'schen Körper hat eine gewisse Ähnlichkeit mit den Nieren nachgewiesen. Es finden sich in ihnen sogenannte Glomeruli (Rathke), wie in den Nieren, sowie im Innern der Kanälchen Flimmerbewegung, wie sie n den Kapseln der Nieren-Glomeruli vorkommt (Kölliker). — An der äusseren Seite jedes Wolf'schen Körpers ist ein Ausführungsgang, welcher (wenigstens bei Vögeln) mit der Allantois communicirt. In dem Wolf'schen Körper ist ein Secret enthalten. — Nach dem zweiten Monate ist der Wolf'sche Körper fast spurlos verschwunden bei dem menschlichen Embryo *), nur sein Ausführungsgang scheint zu bleiben und als Ausführungsgang der mittlerweile entstandenen Geschlechtstheile (s. No. 128) zu dienen, — was jedoch nicht bestimmt ermittelt ist.

127. In der siebenten Woche entstehen Nieren, Nebennieren, Uretheren und innere Geschlechtstheile. — Hinter den Wolf'schen Körpern kommen die höckerigen Nieren, welche sich bald gelappt zeigen, zum Vorschein. Nieren.

128. Hoden und Eierstöcke sind anfangs nicht von einander zu unterscheiden. Beide sind längliche Körperchen, welche am inneren Rande der Wolf'schen Körper erscheinen. Später wird der Hode rundlich und tritt bis n die Leistengegend herab, wo man ihn im vierten Monate antrifft, während der Eierstock länglich bleibt und nicht so weit herabtritt. — Jener ist hier an einem weissen Strange befestigt, welcher vom Hoden durch den Leistenkanal bis zum Hodensacke reicht, dem sogenannten Gubernaculum Hunteri. In diesen stülpt sich der Hoden n siebenten Monate ein und zieht sich mit demselben in Geschlechtstheile.

*) Man sieht den in dem ligamentum uteri latum sich zuweilen bei neugeborenen Mädchen findenden Körper, sowie das vas aberrans Halleri bei Knaben, sowie endlich die sog. Gärtnerischen neben der Harnröhre sich öffnenden Kanäle bei der Kuh als Reste der Wolf'schen Körper und ihrer Ausführungsgänge an.

den Hodensack. Bei diesem Herabsteigen nimmt der Hoden die Bauchfellfalte, in welcher er in der Bauchhöhle lag, mit sich. Diese Falte steht anfangs in offener Verbindung mit der Bauchhöhle, indem sie sich in einen Strang, processus vaginalis, auszieht, später schliesst sie sich vollkommen ab. — Aus dem gubernaculum Hunteri wird die tunica vaginalis communis, aus der Bauchfellfalte die tunica vaginalis propria. (Fig. 19.)

Ihre Ausführungsgänge.

129. Neben den keimbereitenden Geschlechtstheilen entstehen, eng verbunden mit den Ausführungsgängen der Wolf'schen Körper, vielleicht aus ihnen, das vas deferens und die tuba jederseits. Im vierten Monate ist jenes mit dem Hoden verbunden, von dem es früher getrennt war, wie es bleibend mit den Tuben der Fall ist.

Sinus urogenitalis.

130. Ganz nahe an der Stelle, wo an dem Afterdarm die Uretheren münden, enden auch die vasa deferentia und die Tuben in den Anfangstheil des Urachus, man nennt diese Stelle sinus oder canalis urogenitalis. Vor derselben bildet sich die Harnblase (s. No. 124).

Uterus.

131. An der Mündungsstelle der vasa deferentia und der Tuben entsteht in beiden Kanälen eine Anschwellung, welche im männlichen Geschlechte viel geringer ist, als im weiblichen. Dort heisst sie utriculus s. vesicula prostatica (E. H. Weber, Huschke), hier ist es der Uterus. Im männlichen Geschlechte bildet sich um den utriculus die Drüsenmasse der Prostata, und vor der Anschwellung machen die vasa deferentia Ausbuchtungen, die vesicae seminales.

132. Aus dem sinus urogenitalis entsteht der Blasenhals und die Harnröhre. In die Harnröhre münden bei dem männlichen Geschlechte die vasa deferentia, bei dem weiblichen Geschlechte hingegen entsteht zwischen dem Endstücke der Tuben und resp. des Uterus und der Harnröhre eine Scheidewand.

Äussere Geschlechtstheile u. Harnorgane.

133. Die äusseren Geschlechts- und Harnwerkzeuge wachsen den inneren entgegen. In der sechsten Woche

ist die Afteröffnung entstanden. Unter derselben erhebt sich ein Kegel, welcher an der dem After zugekehrten Fläche gespalten ist. Dieser Spalt schliesst sich beim männlichen Geschlecht vollständig, es bleiben nur als Reste die Aufwulstungen der Haut, welche das Scrotum bilden, zurück. Im weiblichen Geschlechte schliesst sich der Spalt nur hinten, vorn bleibt er und bildet die grossen Schamlefzen. — Der Kegel wird Penis und Clitoris. Beide sind anfangs undurchbohrt, im vierten Monate entsteht das ostium cutaneum urethrae beim männlichen Geschlechte; — die Urethra verwächst hier mit dem Penis vollständig, was beim weiblichen Geschlechte nicht der Fall ist.

134. Die Nymphen bilden sich im vierten Monate; das Hymen nach dem fünften, die Brüste schon im dritten.

135. Am Ende des zehnten Mondsmonates ist die Bildung des Embryo vollendet. Um diese Zeit beginnt die Geburtsthatigkeit, welche sich durch Schmerzen (Wehen, dolores ad partum) dem Gefühle ankündigt. Die Wehen beginnen in der Mehrzahl der Fälle in der Nacht zwischen 12 und 3 Uhr (Casper), und die meisten Geburten fallen zwischen 9 Uhr Abends und 6 Uhr Morgens (Casper). Geburt, 135—146.

136. Von der Ursache des Eintritts der Geburtsthätigkeit weiss man nichts weiter mit Bestimmtheit, als dass sie nicht vom Fötus (Ansicht von Baudelocque, Nägele, Jörg), sondern vom Uterus ausgehe, da sie selbst in den Fällen eintritt, in welchen der Fötus gar nicht im Uterus enthalten ist, in den sogenannten graviditates extrauterinae.

137. Die Wehen beginnen von dem fundus uteri, welcher als fester Punct anzusehen ist, gegen den sich die Fasern, vornehmlich die Längenfasern, über den Fötus zusammenziehen. Die Wehen werden vorzüglich vom Kreuze gegen die Symphyse der Schambeine hin gefühlt,

sie stehen in der Regel im Verhältnisse zur Contraction des Uterus.

138. Auch nach dem Tode (eine Viertelstunde) kann eine Geburt noch erfolgen (Leroux, d'Outrepont), ohne dass diese immer den activen Contractionen der Muskeln zuzuschreiben ist (Niethe).

139. Ob auch die contractilen (Muskel-) Fasern der vagina, die sich vom Uterus aus zu derselben erstrecken (Pappenheim), zu der Geburt beitragen, ist nicht festgestellt.

140. Zwerchfell und Bauchmuskeln unterstützen durch ihre Contraction (Bauchpresse) die Geburt, besonders bei den heftigen Geburtswehen vor der Geburt (dolores ad partum und conquassantes).

141. In den meisten Fällen (96:100 Desormeaux) liegt der Kopf und meist das Hinterhaupt vor und wird zuerst geboren. Es liegt dann an der vorderen Beckenwand an und tritt tiefer herab als der Vorderkopf. Er wird länger, indem sich die Scheitelbeine und das Hinterhaupt zusammenschieben. — Der grösste Durchmesser des Schädels (der gerade) tritt anfangs in den grössten Beckendurchmesser (den schiefen). Ist der Kopf durch den Muttermund durchgegangen, so dreht er sich so, dass das Hinterhaupt hinter den Schambeinen, das Gesicht in der Aushöhlung des Kreuzbeins liegt. Der Kopf wird gewöhnlich so geboren, dass das Gesicht nach der hinteren Seite des rechten Oberschenkels der Mutter sieht.

142. Dem Kopfe geht in der Regel eine Blase voraus, welche durch den starken Druck endlich berstet. Diese Blase ist durch den liquor amnii entstanden (No. 53), welcher in dem Amnion enthalten ist. Mit dem Amnion eng verbunden ist das Chorion.

Erstes Athmen. 143. Sogleich nach der Geburt athmet das Kind und schreit; zuweilen schon noch innerhalb der vagina. — An Thieren, welche man innerhalb der Blase beobachtet

hat, sah man Bewegungen, welche Ähnlichkeit mit Athembewegungen hatten (Leclard, Volkmann).

144. Das neugeborene Kind hängt mit seinem Nabel an dem Nabelstrange, dessen Gefässe noch offen sind. Die Arterien des Nabelstranges sind gewöhnlich um die in der Mitte liegende Vene gewunden und zwar von links nach rechts. Die Ursache dieser Windungen ist unbekannt. — Zwischen den Gefässen findet sich die Wharton'sche Sulze (No. 55). Auch Nerven sind in dem Nabelstrange enthalten (Schott), während es hingegen hinsichtlich der Lymphgefässe (Fohmann) zweifelhaft ist. Der Nabelstrang ist meistens gegen 20″ lang, zuweilen viel kleiner, aber auch länger. Nabelstrang.

145. Es werden mehr Knaben als Mädchen geboren (= 105 : 100 nach Quetelet).

146. Gleich nach der Geburt zieht sich der Uterus mehr zusammen. Die Placenta wird abgestossen, nach kürzerer oder längerer Zeit, unter neuen Schmerzen (Nachgeburt).

147. Nach der Geburt beginnt das sog. Wochenbett.

148. Es entsteht ein Ausfluss aus dem Uterus, welcher anfangs blutig, dann mit Blut gemischter Schleim ist und drei bis vier Wochen anhält, die Lochien. Sie enthalten gut erhaltene Blutkörperchen und Epithelien. Lochien.

149. Die Haut excernirt mehr. Hautexcretion.

150. Am zweiten Tage schmerzen die Brüste und es fliesst Milch aus, welche in der ersten Woche ausser den eigenthümlichen Milchkügelchen (s. No. 152) noch grössere Körnerkügelchen, Colostrum-Körperchen (Fig. 20) enthält. Die erste Milch heisst Colostrum und ist reicher an festen Bestandtheilen (Milchzucker, Butter). Milch.

151. Die Frauenmilch enthält 88 bis 89% Wasser, 3% Käsestoff, Casein, 2½% Butter, 4% Milchzucker und ausserdem Extractivstoffe und Salze. — Je länger eine Frau saugt, desto mehr nimmt der Käsestoff der Milch zu (Simon).

152. Mikroskopisch untersucht zeigt die Milch eine grosse Menge kleiner Kügelchen, meistens $^1/_{200}$ bis $^1/_{700}$''' gross, welche (nach Henle) aus Fett bestehen, das von einer eigenthümlichen, in Essigsäure löslichen Membran umschlossen ist.

Meconium. 153. In den ersten Lebenstagen entleert das Kind den schwarzen, gallenreichen Inhalt seiner Gedärme, Meconium.

154. Den grössten Theil der ersten Wochen schläft das Kind; in den ersten Tagen wacht es kaum zwei Stunden in vier und zwanzig.

Zähne. 155. Neun Monate nach der Geburt, zuweilen früher, zuweilen später, brechen die ersten Zähne (untere Schneidezähne) aus ihren Säckchen, und mit zwei Jahren sind gewöhnlich nach folgender Reihe alle zwanzig Zähne durchgekommen: zwei untere Schneidezähne, zwei obere Schneidezähne, zwei obere Schneidezähne, zwei untere Schneidezähne, die ersten Backzähne, die Eckzähne, die übrigen Backzähne.

156. Die zweite Zahnung beginnt gewöhnlich im siebenten Jahre, die letzten Backzähne brechen aber erst gegen das zwanzigste Jahr durch.

Zweites Buch.

Ernährung.

1. Die Ernährung beruht darauf, dass a) Stoffe von ussen in den Körper aufgenommen, b) Blut und c) Wärme ereitet, d) die einzelnen Organe des Körpers gebildet nd in ihrer Integrität erhalten, e) endlich gewisse Aus-vurfsstoffe aus dem Körper entleert werden.

2. Durch die Respirationsorgane wird Sauerstoff aus er atmosphärischen Luft aufgenommen und Kohlensäure us dem Körper abgegeben. Durch die Digestionsorgane verden Speisen aufgenommen und Koth abgegeben, durch ie Harnwerkzeuge, Geschlechtswerkzeuge, äussere Haut, chleimhäute, Thränenorgane wird von aussen nichts ufgenommen (über die äussere Haut s. u.), hingegen Jrin, Samen (beim männlichen), oder Blut und ovula beim weiblichen Geschlechte), Schweiss, Schleim, Thrä-en abgegeben. Die Leber nimmt nichts von aussen auf, iebt aber einen Theil ihres Secrets nach aussen, einen ndern dem Körper zurück. Die Speicheldrüsen führen ichts nach aussen, sondern geben ihr Secret (wahr-cheinlich ganz) dem Körper.

3. Mit Ausnahme des Kothes, welcher zum grossen heile von den aufgenommenen Speisen herstammt, rühren ie von den andern genannten Organen abgegebenen Stoffe

nicht direct von den eingeführten her, sondern sie kommen verändert oder unverändert aus dem Blute. Das Blut steht also zwischen aufgenommenen und ausgeführten Stoffen in der Mitte.

4. Die Digestionsorgane nehmen nicht nur Stoff au und führen aus, sondern in ihnen geht auch das Wesentliche der Blutbildung vor sich.

Respiration.

Allgemeines. 5. Das Athmen der Thiere besteht wesentlich darin dass dem Blute Sauerstoff zugeführt und aus dem Blut Kohlensäure entleert wird. — Die Aufnahme des Sauerstoffs geschieht mittels der Inspiration, die Entleerung de Kohlensäure mittels der Exspiration.

Inspiration. 6. Bei der Inspiration des Menschen und der Saugethiere wird die luftdicht geschlossene Brusthöhle nach unten und den Seiten hin durch Muskeln erweitert. De dadurch entstehende leere Raum wird von der atmo sphärischen Luft ausgefüllt, die von aussen in die Lunge eindringt und sie ausdehnt; die pleura costalis berühr genau die pleura pulmonalis.

7. Der wichtigste Einathmungsmuskel ist das Zwerchfell. Im ruhenden Zustande ist es gegen die Brusthöhl hin gewölbt, durch die Contraction wird es flach, un selbst nach der Bauchhöhle hin convex und drückt di Baucheingeweide nach vorn. Die Lungen liegen am herab tretenden Zwerchfelle genau an.

Die Rippen werden von der Längenachse des Brustkor bes entfernt und erweitern dadurch die Höhle, — indem si

a) nach vorn und oben gewendet werden, besonder in der Gegend der sechsten und siebenten Rippe (Beau durch die m. intercostales;

b) nach hinten an das Schulterblatt angezogen werde durch den m. serratus anticus major, und nach vorn dure den m. pectoralis minor;

c) nach hinten in die Höhe gehoben werden durch den m. serratus posticus superior, und levatores costarum.

Zur vollständigen Wirkung der letztgenannten (a und b) Muskeln ist nothwendig, dass 1) die oberen Rippen festgehalten werden, — durch m. scaleni, cervicalis descendens, subclavius, und indirect durch den das Schlüsselbein befestigenden m. sternocleidomastoideus; 2) das Schulterblatt fixirt werde, an den Schädel durch den m. cucullaris, an die Wirbel durch die m. levatores anguli scapulae und die rhomboidei; 3) für die unteren Rippen scheint der m. serratus posticus inferior zur Fixation zu dienen.

8. Beim Einathmen steigt der Kehlkopf abwärts, die Stimmritze erweitert sich. Wird durch die Nase geathmet, so liegt die Zunge dem Gaumen näher, wird durch den Mund geathmet, so ist der weiche Gaumen aufgerichtet. Bei beschwerlichem Athmen werden Nase und Mund erweitert, die Zunge liegt auf dem Boden der Mundhöhle auf. Der Körper streckt sich.

9. Die Luftröhre und Lungen werden wahrscheinlich nur passiv erweitert.

10. Bei dem Ausathmen erschlaffen Zwerchfell und Rippenmuskeln. Der Brustraum wird aber noch mehr verengt durch Contraction der Bauchmuskeln, obliquus externus et internus, transversus, rectus, pyramidalis, quadratus lumborum, durch die Muskeln, welche die Rippen abwärts ziehen, serratus posticus inferior und sacrospinalis, — sowie auch durch den m. triangularis sterni. Kehlkopf, Stimmritze, Nase, Mund, Gaumen nehmen die Stellung der Ruhe an. Exspiration.

11. Der Grad der Füllung der Gedärme mit Gas wirkt beträchtlich hemmend und fördernd auf Ein- und Ausathmen (Maissiat). Wirkung der Darmgase.

12. Luftrohre und Lungen haben contractile Fasern (Flormann, Rudolphi, Haller, Varnier, Wedemeyer, Williams, Longet, Valentin). Es ist Bewegung der Luftröhre und Lungen.

möglich, dass diese Organe bei der Exspiration sich contrahiren.

Dauer. 13. Zwischen Inspiration und Exspiration besteht eine kleine Pause von einigen Secunden. Diese Pause kann willkürlich verlängert werden. Wenn während derselben die Bauchmuskeln contrahirt werden, so wirkt auf die Unterleibseingeweide der beträchtliche Druck der in den Lungen befindlichen eingeathmeten Luft und der der Bauchmuskeln. Dieser Druck befördert wesentlich die Entleerung der Excremente und die Geburt.

14. Die Inspiration währt ein wenig länger als die Exspiration. Beim Gähnen dauern beide Bewegungen länger an.

Nerveneinfluss. 15. Es giebt nur Eine Stelle im Körper, deren Verletzung und Zerstörung augenblicklich und mit Einem Male sämmtliche Athembewegungen aufhebt. Diese Stelle ist das verlängerte Mark und zwar da, wo der N. vagus entspringt, aber im N. vagus ist nicht das primum movens des Athemholens zu suchen (Legallois).

16. Man kann hingegen jeden der zu den Athemmuskeln hingehenden Nerven oder die Athemmuskeln einzeln durchschneiden, ohne dass dadurch augenblicklich eine andere Wirkung erfolgte, als die Theilnahmlosigkeit des betroffenen Organs an dem Athmen. Wird der N. facialis durchgeschnitten, so hören die Bewegungen im Gesichte auf, aber die übrigen Athembewegungen dauern ungestört fort; wird das Dorsalmark zerstört, so wirken Zwerchfell, Gesichtsmuskeln und Kehlkopfsmuskeln weiter; wird der N. phrenicus durchschnitten, so athmen die Brustmuskeln noch; wird der N. accessorius durchschnitten (Bell), so nehmen der M. cucullaris und sternocleidomastoideus keinen Theil mehr am Athmen: wird endlich der N. vagus oder sein ramus recurrens durchschnitten, so hören die Bewegungen der Stimmritze, der Luftröhre (?), der Lungen (?) auf.

17. Die Durchschneidung jedes einzelnen dieser Nerven zieht nicht nothwendig den Tod nach sich, mit Ausnahme

eines einzigen, des N. vagus, wenn derselbe nämlich auf beiden Seiten durchgeschnitten worden ist. Nach dieser Operation wird das Athemholen auffallend langsamer, später beschwerlich und unregelmässig. Die Stimmritze bewegt sich nicht mehr und ist desshalb enger als beim normalen Einathmen. Die an der Oberfläche gelegenen Körpertheile bekommen eine blaue Färbung. Das Thier wird überaus matt, träge, gleichgültig. Nach dem Tode, welcher jedesmal später erfolgt, wenn man ein Röhrchen n die Luftröhre steckt, wodurch die Verengerung der Stimmritze unschädlich gemacht wird, findet man die Lungen in einem entzündungsähnlichen Zustande und zuweilen Gerinnsel in den grossen Gefässen.

18. Obwohl das Athmen aus einer Reihe von Bewegungen resultirt, welche an sehr verschiedenen Körpertheilen ausgeführt und von sehr verschiedenen Nerven beherrscht werden, so verbinden sich diese Bewegungen überaus gerne zusammen. Es erfolgt daher eine gesammte Athembewegung, obwohl nur ein Theil der zum Respirationsapparat gehörenden Organe gereizt worden ist. So erfolgt die Exspirationsbewegung des Niesens durch die beschränkte Reizung der Nasenschleimhaut, die des Hustens durch Reizung der Kehlkopfschleimhaut u. s. w. — An der gereizten Stelle jedoch ist die Bewegung stärker, z. B. beim Niesen wird die Luft so heftig durch die Nase getrieben, dass die Nasenlöcher dadurch erweitert werden.

19. Der Reiz, welcher das normale Athmen unaufhörlich unterhält und das erste Athemholen nach der Geburt hervorruft, ist wahrscheinlich der Sauerstoff der atmosphärischen Luft. — Alle Reizungen, welche die Schleimhäute der Respirations- und selbst der anderen Organe betreffen (Müller), sowie Reize der äusseren Haut, können vermehrte und verstärkte Athembewegungen erzeugen. — Endlich bilden die Vorstellungen häufig eine Quelle zur Erregung des Athmens, wie z. B. beim Lachen, Weinen, Gähnen häufig der Fall ist.

Verschiedene Arten des Athmens.

20. Wenn der Luftstrom beim Athmen durch eine verengte Stelle getrieben wird, so ist das Athmen mit Tonerzeugung verbunden. Wenn z. B. durch den Mund stark geathmet wird, ohne dass das Gaumensegel gehoben wird und die Zungenwurzel sich nicht niederlegt, beide Organe vielmehr sich nahe stehen, so entsteht das Schnarchen; wenn die Rachenhöhle durch Hebung der Zungenwurzel und Annäherung des Pharynx an den Gaumen verengt und rasch und energisch exspirirt wird, entsteht das Räuspern; durch vehementes Durchdrängen des Luftstromes durch die verengte Stimmritze entsteht Husten; durch vehementes Durchdrängen des Luftstromes durch Choanen und Nase das Niesen.

Athem-geräusch.

21. Legt man das Ohr an den Brustkasten, so vernimmt man besonders beim Husten und Gurgeln das Ein- und Ausströmen der Luft durch das zischende Athemgeräusch.

Kraft beim Ausstossen der Luft.

22. Die Kraft, mit welcher von einem erwachsenen Menschen die Luft aus den Lungen ausgestossen wird, ist dem Drucke einer Quecksilbersäule von 1,8 bis 4,58 preuss. Linien (= 1,7 bis 4,43 Par. Linien) gleich; bei Anstrengungen hingegen bisweilen einem 10mal stärkeren Drucke (Valentin).

Häufigkeit des Athemholens.

23. Ein neugeborenes Kind soll in der Minute im Mittel 44 Mal athmen,

im	5. Jahre sollen	26,
„	15. bis 20. „ „	20,
„	20. „ 25. „ „	18,7,
„	25. „ 30. „ „	16,
„	30. „ 50. „ „	18,1 Athemzüge au

die Minute kommen (Quetelet).

Man kann willkürlich das Athmen beschleunigen, so dass selbst 120 Mal in der Minute geathmet werden kann.

Menge der eingeathmeten Luft.

24. Mit jedem Athemzuge, der ohne Anstrengung erfolgt, nimmt ein erwachsener Mann ungefähr $^1/_4$ bis ^{3}

preuss. Quart (oder 16 bis 24 rh. C. Z. oder 286,4 bis 429,6 Cubikcentimeter) atmosphärische Luft in seine Lungen auf.

25. Die Menge von Luft, welche jedoch ein gesunder erwachsener Mensch bei möglichst tiefem Athemholen einziehen kann, ist individuell verschieden, sie soll nach der Körperlänge zunehmen. Nach Hutchinson erfüllt die Luft eines möglichst tiefen Athemzuges einen Raum von 2214 bis 4264 Cubikcentimeter = 123 bis 238 rh. C. Z. — In Lungenschwindsuchten fand H. die Respirationsgrösse sinken bis 758 Cubikcentimeter. Menge der eingeathmeten Luft.

26. Da 100 C. Z. atmosphärische Luft 20,815 Sauerstoffgas und 79,185 Stickstoffgas enthalten (Dumas, Boussingault, Brunner), so gelangen mit 20 C. Z. Luft (der mittleren Menge) ungefähr 4 C. Z. Sauerstoff und 16 C. Z. Stickstoff in die Lungen. — Eine sehr geringe Menge Kohlensäure, nämlich in 100 Theilen 0,04, ist der atmosphärischen beigemischt, so dass also mit jedem Athemzuge nur $^1/_{125}$ C. Z. Kohlensäure in die Lungen übergeht. Bestandtheile der atmosphärischen Luft.

27. Es enthalten aber 100 Theile ausgeathmeter Luft im Mittel nur 16,03 Sauerstoff, dagegen 4,3 Kohlensäure. — Mit jedem Athemzuge gehen etwa 0,96 C. Z. Sauerstoff in das Blut und kommen 0,86 C. Z. Kohlensäure heraus. — Dagegen erleidet das Stickstoffgas wahrscheinlich keine wesentliche Ab- oder Zunahme. Wenn 18 Mal in der Minute geathmet wird, so verbraucht somit ein erwachsener Mensch von der umgebenden Atmosphäre in 24 Stunden in runder Summe gegen 25000 rh. C. Z. Sauerstoff, welche ungefähr 20 Unzen wiegen. Er giebt dagegen in derselben Zeit an die Atmosphäre ab über 22000 C. Z. Kohlensäure oder an Gewicht an 23 Unzen. In diesen 23 Unzen sind aber 6,27 Unzen Kohlenstoff enthalten. Bestandtheile der ausgeathmeten Luft.

Die Menge der entleerten Kohlensäure kann sich übrigens bei gesunden, erwachsenen Menschen auf 29

(Scharling) und selbst 36 (Andral und Gavarret) Unzen und mehr belaufen.

Menge des eingeathmeten Sauerstoffs unter verschiedenen Verhältnissen.

28. Es wird bei dem Einathmen mehr Sauerstoff in die Lungen geführt, als in der ausgeathmeten Kohlensäure enthalten ist (23 Unzen Kohlensäure bestehen aus 6.27 ℥ Kohlenstoff und 16,72 Sauerstoff). Es kommen in 24 Stunden durch das Einathmen ungefähr 2 bis 4 Unzen Sauerstoff mehr in das Blut, als durch die Kohlensäure ausgeleert werden.

29. So lange das Wachsthum dauert, also bis zum vierzigsten Lebensjahre, nimmt der männliche Körper immer mehr Luft in sein Blut, so dass also der Verbrauch mit der Körpermasse zunimmt. Nach dem vierzigsten Jahre, wo der Körper wieder abnimmt an Gewicht, wird auch der Luftverbrauch geringer. Ein 8jähriger Knabe bereitet in 24 Stunden, nach Andral und Gavarret, 15 Unzen Kohlensäure, ein 16jähriger Jüngling 32 Unzen,

ein Mann zwischen	20	und	40 Jahren:	36 Unzen,
„ „ „	40	„	60 „	30 „
„ „ „	60	„	80 „	27 „

Vertheilt man die Luftmenge auf das Körpergewicht, so findet man, dass jedes Pfund Körpergewicht eines 8jährigen Knaben in 24 Stunden etwas über 163 Gran (= 326 rh. C. Z.) Kohlensäure liefert und ein Mann in den mittleren Jahren nur 136 Gran (272 rh. C. Z.), woraus also hervorgeht, dass der relative Verbrauch von Kohlenstoff mit den Jahren abnimmt.

Einfluss des Geschlechts.

30. Das weibliche Geschlecht scheidet weniger Kohlensäure ab, als das männliche. In den Jahren vor der Pubertät ist der Unterschied jedoch zwischen beiden Geschlechtern gering. Mit dem Eintritte der Menstruation hingegen sondert das Weib nicht viel mehr ab als früher, und um $1/3$ weniger als der Mann; nach dem Aufhören der Menstruation, in den Jahren zwischen 39 und 49, nimmt die Kohlensäurequantität wieder etwas zu.

31. Mangel an Nahrung vermindert die Zahl der Athemzüge und die Quantität des aufzunehmenden Sauerstoffs und der abgeschiedenen Kohlensäure, wie dies die Beobachtungen an Menschen, welche die Hungerkur durchmachen (Struve), sowie an hungernden Thieren (Chossat, Marchand) gezeigt haben. So z. B. verzehrten vier Frösche am Tage, nachdem sie gefangen waren, in 24 Stunden 3,26 Gran Sauerstoff und schieden aus 0,96 Gran Kohlenstoff; vier Wochen später, während welcher Zeit sie hungerten, verzehrten sie nur 2,40 Gran Sauerstoff und schieden aus 0,73 Gran Kohlenstoff (Marchand). Schon wenn einige Stunden das Mittagsmahl verschoben wird, nimmt die Menge der abgeschiedenen Kohlensäure und die Zahl der Athemzüge ab (Vierordt). Einfluss des Nahrungsmangels.

32. Nach der Hauptmahlzeit nimmt beständig die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure zu (Spallanzani, Prout, Scharling u. A.).

33. Nach dem Genusse von Spirituosa wird eine geringere Menge von Kohlensäure ausgeschieden (Prout, Vierordt).

34. Während des Wachens, besonders während der Körperbewegung, wird mehr Sauerstoff verbraucht (Seguin) und mehr Kohlensäure abgeschieden (Vierordt), als während des Schlafes und der Ruhe (Scharling). Der Unterschied beträgt ungefähr für die Stunde 48 Gran Kohlensäure. Einfluss der Bewegung.

35. Thiere, welche lange Zeit hungern können, z. B. Amphibien, verzehren nicht so viel Sauerstoff, als Thiere, welche ein grosses Nahrungsbedürfniss haben, z. B. Vögel.

36. Die ausgeathmete Kohlensäure ist ein Gift für alle Thiere, am meisten aber für Säugethiere und Vögel. Letztere z. B. sterben schon in einer abgesperrten Luft, wenn sie noch 7% Sauerstoff enthält (Schübler); während Frösche, Schnecken und andere niedere Thiere allen Sauerstoff aufzehren, ehe sie an Luftmangel sterben. Kohlensäure als Gift.

Kohlensäure schon im Blute.

37. Auch beim Athmen von Wasserstoff und Stickstoff wird Kohlensäure aus den Lungen entleert, woraus hervorgeht, dass diese nicht erst in den Lungen durch Verbindung von Sauerstoff mit Kohlenstoff sich bildet (Edwards, Collard, Müller).

Exspiration von Wasserdampf.

38. Bei dem Ansathmen wird nicht nur Kohlensäure aus dem Blute entleert, sondern auch Wasserdampf, und der Körper verliert endlich Wärme.

39. Die Menge von Wasser, welche die ausgeathmete Luft mit sich führt, beträgt im Mittel bei einem erwachsenen Menschen für den Tag 1 Pfund (beinahe ½ pr. Quart) (Valentin). Je trockener die eingeathmete Luft ist, desto mehr Wasser verliert das Blut durch das Athmen. Ist die Atmosphäre mit Wasserdampf gesättigt (am meisten im Winter), so giebt der Körper ungefähr ³/₅ bis ⁴/₅ Pfund Wasser des Tags zum Ausathmen.

Wärmeverlust.

40. Da die umgebende Luft in unseren Gegenden sich meist zwischen — 10 und + 22° R. bewegt, die ausgeathmete Luft hingegen immer 28 bis 30° R. warm ist, so entzieht das Athmen dem Blute beständig eine beträchtliche Menge Wärme. — Wird der Körper in eine künstliche Temperatur der Luft von 80° R. gebracht, so ist die Verdunstung so stark, dass die ausgeathmete Luft, welche gegen das Thermometer weht, dies bis zu 28° sinken macht (Banks, Fordyce u. A.).

Athembare und nicht athembare Gasarten.

41. Nur die atmosphärische Luft ist für die Dauer athembar. Auf kurze Zeit können jedoch auch Sauerstoff und Stickstoffoxydulgas ohne Schaden geathmet werden. Alle übrigen Gasarten tödten rasch.

42. Das Athmen von reinem Sauerstoff halten Menschen zehn Minuten aus (Davy). Erscheinungen regerer Lebensthätigkeit, Pulsfrequenz, Hitze, Wohlbehagen treten zuerst ein, dann folgt Beklemmung, das Venenblut wird hellroth. Es tritt mehr Sauerstoff in's Blut, als wenn atmosphärische Luft geathmet wird.

43. Das Stickstoffoxydulgas lässt sich vier Minuten lang athmen (Davy). Es wirkt zuerst berauschend, später asphyktisch.

44. Auch das Wasserstoffgas, das eine Minute lang geathmet werden kann (Davy), wirkt berauschend, dann erregt es Beklemmung, Schwindel, Lähmung.

45. Zu den giftigsten Gasarten gehört die Kohlensäure, das Kohlenoxydgas, das Schwefelwasserstoffgas. In Räumen, welche sehr von Menschen erfüllt sind, rührt die Schädlichkeit der Luft von Kohlensäure her; Leblanc fand z. B., dass in der Deputirtenkammer in Paris in 1000 Theilen Luft 25 Theile (dem Gewichte nach) Kohlensäure enthalten waren. — In einer Luft, in welcher Kohlen verbrannt werden, ist das Kohlenoxydgas das vorzugsweise schädliche Element (Leblanc).

46. Nach dem Ausathmen sind die Lungen keineswegs leer, sondern enthalten noch eine grosse Quantität Luft, welche ungefähr auf 103 bis 110 rh. Cubikzoll angeschlagen wird. Lungen nach dem Ausathmen nicht leer.

47. Der Eintritt des Sauerstoffs in das Blut findet daher nicht bloss während der Athembewegung, sondern unaufhörlich Statt und beruht wahrscheinlich auf der Attraction, welche die Blutkörperchen, namentlich deren Farbestoff, zu dem Sauerstoff haben. 2½ Mass einer wässerigen Auflösung des Blutfarbestoffes absorbiren 1½ Mass Sauerstoff (de Maack).

48. Aber nicht nur die Blutkörperchen ziehen den Sauerstoff aus der Luft an, sondern auch der aus dem Blute geschlagene Faserstoff (Scherer), die frischen Eier verbrauchen Sauerstoff, und bei der Bebrütung wird Kohlensäure entwickelt (Baudrimont und St. Ange). Es ist zu vermuthen, dass alle Körpertheile während des Lebens Sauerstoff aus dem Blute anziehen und Kohlensäure abgeben. — Im Blute ist Sauerstoff frei enthalten, besonders im arteriellen. Durch die rhythmische Athembewegung erhält der Mensch nach der Geburt seinen Attraction des Bluts zum Sauerstoff.

Zufluss von Sauerstoff. Vor der Geburt fliesst ihm arterielles Mutterblut zu. Der Fötus athmet nicht, wie angenommen wurde (Leclard, Geoffroy), Luft aus der Amniosflüssigkeit, denn diese enthält so gut wie keine (Müller).

Austreiben der Kohlensäure. 49. Nach mechanischen Gesetzen (der Diffusion der Gase (?) Graham) treibt die eingeathmete Luft die in den Lungenzellen enthaltene, Kohlensäure haltige Luft aus. — Die ausgeathmete Luft stammt hauptsächlich aus dem Venenblute der arteria pulmonalis und dringt durch die dünnen Wandungen der Capillargefässe dieser Arterie. gleichzeitig dringt inspirirte Luft in diese feuchten Wandungen; dadurch wird das dunkle venöse Blut zum hellen arteriellen, das durch die Lungenvenen in's linke Herz geführt wird. Über die Unterschiede zwischen venösem und arteriellem Blute siehe unten (s. No. 166).

Verdauung.

Allgemeines. 50. Zu den Organen der Verdauung (digestio) im weiteren Sinne gehören Mund- und Rachenhöhle, Schlund. Speiseröhre, Magen, Leber, Pancreas, Dünn- und Dickdarm, Mesenterialdrüsen, die milchführenden Gefässe und der Brustgang. Durch den Verdauungsprocess wird ein Theil der eingenommenen Speisen gelöst und kann in's Blut übergehen, ein anderer ist unlöslich und geht durch den Darm nach aussen in den Excrementen ab. Jener macht die verdaulichen, dieser die unverdaulichen Stoffe aus.

1) Speisen.

Bestandtheile der Speisen 51. In den Speisen, welche der Mensch zur Nahrung nimmt, finden sich: a) stickstoffhaltige Substanzen, b) stickstofflose Substanzen, c) anorganische Substanzen, d) Wasser.

52. Die wichtigsten stickstoffhaltigen Substanzen der Nahrungsmittel sind:

a) Das Eiweiss, Albumin, welches bei einer Temperatur von einigen 60 bis 70° R. und durch Zusatz vieler Körper, besonders des Quecksilbersublimats, der mineralischen Säuren, in eine feste in kaltem Wasser unlösliche Substanz, das coagulirte Eiweiss, umgewandelt wird und dann sich als eine weisse klumpige Masse zeigt. — Es findet sich im Blute, den Muskeln, den Nerven, dem Gehirne, den Drüsen und den Eiern bei Thieren, in verschiedenen Pflanzensäften, in den Samen bei Pflanzen.

b) Der Faserstoff, Fibrin, welcher bei jeder Temperatur, sobald er aus seiner lebendigen Verbindung getrennt wird, gerinnt, findet sich ungeronnen in dem ganz frischen Blute, geronnen in dem Fleische und dem Blute, das einige Zeit gestanden hat, bei Thieren; im Samen der meisten Getreidearten unter dem Namen Kleber bei Pflanzen.

c) Der Käsestoff, Casein, welcher durch die Hitze, durch die bei dem Eiweisse genannten, Gerinnung bewirkenden Stoffe, ausserdem auch durch vegetabilische Säuren (Essig) gerinnt und zwar nicht in Klumpen, sondern in Membranen. Er findet sich im Blute, in der Milch bei Thieren, in Hülsenfrüchten und öligen Samen bei Pflanzen.

d) Leim ist löslich in heissem Wasser, unlöslich in kaltem, und wird durch langes Kochen von Sehnen, Knochen, Knorpel und Zellgewebe gewonnen. — Der Pflanzenleim ist mit dem Kleber im Weizen verbunden und wird durch Kochen in Alkohol davon getrennt.

53. Die drei ersterwähnten Substanzen (von Mulder Proteinsubstanzen genannt) sind sehr nahe mit einander verwandt und können durch chemische Operationen in einander verwandelt werden. — Sie enthalten alle Schwefel, welcher, ohne sie zu zerstören, nicht von ihnen getrennt werden kann; ausserdem wahrscheinlich alle auch Phosphor und Erden, namentlich phosphorsauren Kalk, eng gebunden. Eiweiss enthalt 15% Stickstoff, 22% Sauerstoff, 53% Kohlenstoff und 7% Wasserstoff, ausserdem

1½ % Schwefel. Faserstoff enthält etwas mehr Stickstoff als Eiweiss, während die Zusammensetzung des Käsestoffs mit der des Eiweisses nahe dieselbe ist.

54. Die wichtigsten stickstofflosen Substanzen sind:

a) Das Fett, welches unlöslich in Wasser, aber löslich in Äther ist und durch die Flecken, die es im Papiere macht, kenntlich wird. Es findet sich im Blute und allen Körpertheilen und ist in grosser Menge unter der Haut und um gewisse Organe, besonders Herz und Nieren, angehäuft: bei Pflanzen findet sich das Öl in vielen Samen.

b) Zucker in der Milch des Menschen und der pflanzenfressenden Thiere (Milchzucker); bei Pflanzen in vielen Früchten und Säften.

c) Stärke, Stärkegummi (Dextrin) (in geringer Menge). Gummi in dem Samen der Getreide und Hülsenfrüchte, den Kartoffeln, dem Salep, Sago, Arrowroot.

d) Pectin in vielen Früchten.

55. Von anorganischen Substanzen sind die vorzüglichsten: Kochsalz, phosphorsaurer Kalk, phosphorsaure Magnesia, phosphorsaures Natron und Kali, Eisen und Schwefel; daneben in kleinen Mengen Fluorcalcium und Kieselsäure.

56. In den meisten Nahrungsmitteln sind beinahe ¾ bis ⅘ Theile Wasser und ¼ bis ⅕ feste Substanz enthalten.

57. So enthalten z. B.:

das Muskelfleich	an 80 Proc. Wasser		(Schlossberger).
die Milch	„ 87 bis 91 Proc. Wasser		(Simon).
die Kartoffeln	„ 70 bis 80	„ „	(Einhof).
das Eigelb	„ 54	„ „	(Prout).
das Brod	„ 45	„ „	

Bei dem Genusse von 10 Loth Fleisch, welches für einen Erwachsenen schon keine ganz geringe Portion während des Tages ist, kommen also nur 2 Loth feste Substanz in den Körper.

58. Die oben (No. 51.) genannten vier Hauptarten ler Nahrungsbestandtheile finden sich in den wichtigsten Nahrungsmitteln ungefähr auf folgende Weise vertheilt:

Nahrungsstoffe.	Fleischfaser, Gefässe u. Nerven.	Eiweiss und eiweissartige Substanzen.	Fette.	Stärke.	Zucker und Gummi.	Leimgebende Substanz.	Extractivstoffe.	Wasser.
leisch(Ochsenfleisch)	15,43	1,99				1,98	3E+S	77,6
lirn		7,3	12,4				1,4	78
idotter		15,76					0,4	51,48
uhmilch		3,4 C.	3,9 B.		5,3 S+E			
etrocknetr Weizen		16,52K+A		56,25	24,53			
oggenmehl		11,92 ,,		60,91	24,74			
rbsen		28,02C+A		38,81	28,50 G.			
insen		30,46 ,,		40	25,06 ,,			
artoffeln		2,49		17,98				74,95
lohrrüben		1,48						86,10

A bedeutet Eiweiss, B Butter, C Käsestoff, E Extractivoff, G Gummi, K Kleber, S Salze.

59. Die feste Substanz aus dem Rindfleisch, aus dem lute, aus dem Eiweisse enthält in 100 Theilen ungefähr wischen 12 und 16 Theilen Stickstoff, so dass also in 2 oth trockenem oder 10 Loth Muskelfleisch im gewöhnchen Zustande ungefähr 72 Gran Stickstoff enthalten sind.

Von den vegetabilischen Nahrungsmitteln enthalten ur wenige annähernd so viel Stickstoff, als die thierichen, die meisten eine geringere Menge: so z. B. kommen uf 100 Theile trockenen Mehls nur 2 bis 3% Stickstoff, uf eben so viel Bohnen, Linsen, Erbsen 4 bis 5%, auf ben so viel Kartoffeln 1,5, Möhren 1,6% u. s. w. Horsford), auf eben so viel Reiss 1⅓% (Boussinault). Das Stärkemehl und der Rohrzucker enthalten 3 bis 44% Kohlenstoff und 49% Sauerstoff, hingegen as Fett über 77% Kohlenstoff und nicht ganz 11% auerstoff.

60. Ein erwachsener Mensch isst während 24 Stunden wischen 5 und 8 Pfund, worin also zwischen 1 und 2 Nahrungsmenge eines Erwachsenen.

Pfund feste Substanzen enthalten sind. Davon kommen ungefähr zwischen 6 und 7 Loth auf die stickstoffhaltigen (trockenen) und ungefähr 4 bis 6 Mal so viel auf die stickstofflosen Substanzen, etwa 3 bis 5 Loth auf die anorganischen (Kochsalz) und unverdaulichen, durch den Koth zu entleerenden Stoffe, das übrige ist Wasser.

2) Einführung der Speisen in den Magen.

61. Die in den Mund geführten festen Speisen werden durch die Schneide- und Eckzähne zerschnitten, dann durch die Backzähne zerdrückt und zerrieben. Die Zähne des Unterkiefers werden gegen die des feststehenden Oberkiefers bewegt durch vier Muskeln, welche am oberen (temporalis und pterygoideus externus) und unteren (masseter und pterygoideus internus) Asttheile des Unterkiefers jederseits angewachsen sind. Die allseitig bewegliche Zungenspitze liest die mittlerweile vom Speichel durchtränkten Theilchen auf ihrem Rücken zusammen und kehrt sie längs des harten Gaumens nach hinten. So entsteht der Bissen, bolus. Ist derselbe bis hinter die vorderen Gaumenbogen gebracht, so ziehen sich die hinteren Gaumenbogen, an deren unterer Fläche die vom Pharynx seitlich aufsteigenden schmalen M. pharyngopalatini verlaufen, so zusammen, dass ihre untere Fläche und namentlich ihr hinterer Rand gegen den Schlund hingerichtet ist und zwischen Gaumen und Schlundkopf nur eine kleine Spalte zurückbleibt (Dzondi). Durch diese Bewegung des weichen Gaumens wird verhütet, dass die Speisen nicht in die Choanen zurückgelangen. Mit dieser Gaûmenbewegung gleichzeitig wendet sich die Zungenwurzel, welche den Bissen trägt, nach hinten, und es drückt sich dadurch der Kehldeckel abwärts, wodurch die Höhle des Kehlkopfs geschlossen wird. Während der Kehldeckel sich zurücklegt, schliesst sich die Stimmritze (Magendie), so dass also während des Schlingens nicht geathmet wird. — Ist durch diese eben genannten Be-

vegungen der Bissen an die Muskeln des Schlundes gebracht, so wird er durch diese zur Speiseröhre geführt, durch welche sehr rasch die Stoffe befördert werden, indem eine Stelle nach der andern sich zuschnürt and ausdehnt. Diese drei rasch hinter einander folgenden Bewegungsacte machen das Schlingen, deglutitio, aus.

62. Bei vollem Magen beobachtete man am Ende der Speiseröhre gegen die Cardia hin noch besondere rhythmische Bewegungen (Magendie, Müller).

B) Entstehung von Chylus und Excrementen.

63. Auf die in dem Magen angelangten Speisen wirken Speichel und Magensaft, und dadurch, besonders vielleicht allein durch letzteren, wird der lösliche Theil der Speisen aufgelöst. Es bildet sich eine, Körnchen enthaltende, dickliche Flüssigkeit, der Speisebrei oder chymus. Chymus.

64. Auf den Chymus wirken im Zwölffingerdarm Galle und pancreatischer Saft, wodurch der sogenannte Chylus oder Milchsaft gebildet wird, wenn der lösliche Darminhalt in die Lymphgefässe übergetreten ist.

a) Speichel.

65. Der Speichel wird von den sechs Speicheldrüsen abgesondert und fliesst beim Kauen in die Mundhöhle. Wahrscheinlich bewirken die Entleerung des Speichels die Muskelfasern des M. buccinator, welche der Endtheil des Ausführungsganges der glandula parotis durchbohrt, die des M. digastricus bei der gl. submaxillaris und die der Zungenmuskeln bei der gl. sublingualis. Andererseits wird auch durch die Contraction der (contractilen) Fasern der Ausführungsgänge selbst der Zweck erreicht. Thiere können fortleben, wenn kein Speichel mehr aus den Speicheldrüsen zufliessen kann, so nach Exstirpation der Drüsen (Budge), so wie nach Unterbindung der Ausführungsgänge (Bidder). In solchen Fallen scheint Speichel. 65—71.

das Pancreas die Function der Speicheldrüsen zu übernehmen.

66. Der Speichel ist sehr wässerig, enthält 98,4 bis 99% und selbst noch mehr Wasser und zwischen 1 und 1,6 Theilen festen Rückstand. Dieser enthält a) einen in Wasser löslichen, dem Albumin nahe stehenden, jedoch dadurch wesentlich verschiedenen Stoff, dass er nicht durch starke Säuren, Sublimat und andere das Albumin niederschlagende Stoffe coagulirt; er wird genannt: Speichelstoff, Ptyalin; b) einen, durch Zusatz eines Eisenoxydsalzes entstehenden, blutroth gefärbten Stoff, den einige (Treviranus, Gmelin, Ure) für Schwefelcyan ansehen, während andere (Kühn, Schultz) glauben, die Färbung entstehe durch essigsaure Salze. Thatsache ist, dass ein Paar Tropfen einer Lösung von salzsaurem Eisenoxyd, gesundem Speichel der meisten Menschen zugemischt, eine rothbraune Färbung erzeugen; c) Kochsalz, phosphorsauren Kalk und phosphorsaures Natron, phosphorsaure Magnesia, phosphorsaures Eisenoxyd, schwefelsaures Natron (Enderlin).

67. Der aus der Parotis erhaltene Speichel eines Menschen mit einer Speichelfistel reagirte während des Essens immer alkalisch, durch Entziehung von Nahrung wird er sauer (C. G. Mitscherlich). Auch bei Thieren reagirt der Speichel aus den Speicheldrüsen alkalisch.

68. Die aus einer Parotis ausfliessende Speichelmenge betrug während eines Tages 65 bis 95 Grammen (= 1066 bis 1558 Gran) nach einer Beobachtung von Mitscherlich. — Man nimmt an, dass aus allen Speicheldrüsen zusammen täglich 10 bis 12 Unzen entleert werden.

69. Der aus dem Munde erhaltene Speichel ist nicht rein, sondern mit dem Schleime der Mundschleimhaut gemischt. Wird er in einem Glase mit Wasser hingestellt, so setzt sich der Schleim zu Boden. Diese aus dem Munde erhaltene Flüssigkeit reagirt meistens alkalisch (was nach Enderlin vom basisch phosphorsauren Na-

ron herrührt), besonders bei dem Essen, häufig aber auch, besonders des Morgens vor dem Frühstück, sauer.

70. Die mikroskopischen Bestandtheile des Speichels sind wahrscheinlich nur dem Mundschleime angehörig. Es werden nämlich Epithelialzellen und Kerne derselben constant in jedem Tropfen Mundspeichel angetroffen.

71. Der Speichel hat das Vermögen, wenn er eine Zeit lang mit Amylon in Verbindung bleibt, dasselbe in Zucker zu verwandeln (Leuchs, Mialhe), und da im Magen allerdings ein Theil des Amylons in Zucker versetzt wird, so kann der Speichel vielleicht dazu mitwirken; Eiweiss vermag er nicht zu lösen. — Durch die Alkalescenz des Speichels wird auch vielleicht die Absonderung des Magensafts befördert. Man hat beobachtet (Bernard), dass, wenn eine Quantität Speisen in den Magen kommt, welche alkalisch gemacht ist durch kohlensaures Natron, die Verdauung rascher von Statten geht, als wenn man dieselbe Quantität mit einer Säure vermischt. — Mit Sicherheit kennt man ausser der Durchfeuchtung der Speisen den Nutzen des Speichels, welcher übrigens bei allen warmblütigen Wirbelthieren abgesondert wird, noch nicht.

b) Absonderung und Bewegung des Magens.

72. Ausser dem Speichel tritt aber als das wesentlichste Auflösungsmittel der Speisen eine Flüssigkeit zu denselben, welche im Magen selbst von kleinen (½‴ langen) Drüschen (Sprott-Boyd und Bischoff) abgesondert wird, — der Magensaft, succus gastricus. Man erhält ihn von Thieren (Schweinen), welche nicht lange vor dem Schlachten eine geringe Menge Futter erhielten, von Menschen, bei denen eine krankhafte Öffnung des Magens nach aussen (Magenfistel, — Beobachtungen von Circaud, Helm, vorzüglich aber Beaumont) vorkam, durch künstlich erzeugtes Erbrechen (Gosse), durch künstlich bei Thieren angelegte Magenfisteln (Bernard). Magensaft, 72—81.

73. Der Magensaft ist eine wässrige (98 bis 99% Wasser haltende), durchsichtige, nicht ganz klare, gelbliche, eigenthümlich, zwar unangenehm, aber nicht faul riechende Flüssigkeit, welche beständig sauer reagirt und die Fähigkeit hat bei einer Temperatur von einigen und 20 Graden R. geronnenes Eiweiss, Käse, Fleisch, Knorpel aufzulösen.

74. Die bei der Verdauung wirksame Substanz, für welche man früher (Tiedemann und Gmelin) die Säure des Magensaftes ansah, ist diese nicht, sondern sie entsteht durch eine Einwirkung der Säure auf den Drüsenschleim des Magens (Eberle). Man hat dieser Substanz den Namen Pepsin (Schwann) oder Gastrase (Payen) gegeben.

75. Man kann künstlich Magensaft bereiten (Entdeckung von Eberle), indem man die wohl ausgewaschene Schleimhaut des Kalbsmagens (Labmagen) abpraparirt, sie in kleine Stückchen zerschneidet und soviel Wasser zugiesst, dass beides zusammen 12 Loth ausmacht, und dazu 80 gr. reiner Salzsäure setzt. Wenn man diese Mischung 2. Stunden einer Temperatur von 24—28° R. aussetzt, dann durchfiltrirt, so erhält man den künstlichen Magensaft.

76. Der künstliche Magensaft hat denselben Geruch wie der aus dem Magen genommene, er fault, wie dieser noch nach Jahren nicht, verhindert die Fäulniss anderer Stoffe lange Zeit und besitzt das Vermögen, Eiweiss, Fleisch, Käse, nicht aber Stärkemehl und Gummi als solche aufzulösen. Sowohl durch künstlichen als natürlichen Magensaft entstehen mancherlei Umwandlungen der Speisen, von denen die wichtigsten folgende sind: a) das unlösliche Stärkemehl wird in eine gummiartige, in Wasser lösliche Substanz, das Dextrin, und in Zucker umgewandelt (Tiedemann und Gmelin). Jedoch geschieht diese Umwandlung sehr langsam und nicht vollständig; b) Rohrzucker wird zu Traubenzucker; c) der aufgelöste geronnene Eiweissstoff soll in Osmazom und Speichelsto

erwandelt werden (Schwann), weil weder Hitze noch alpetersäure eine Gerinnung bewirken. — Doch ist zu emerken, dass, wenn man in der Lösung des geronenen Eiweisses in künstlichem Magensaft die Säure abtumpft, wohl das Eiweiss durch Hitze und die anderen eagentien präcipitirt wird; d) wahrscheinlich werden eronnener Faser- und Käsestoff nach der Lösung in Eieiss umgesetzt (Tiedemann und Gmelin, Simon).

77. Der Magensaft wird im Magen nur abgesondert, enn Stoffe in den Magen gelangen. Sogar, wenn diese icht löslich sind, wie Kieselsteine (Tiedemann und melin), bleibt doch die Absonderung nicht aus. Sie oll durch Zusatz von Essig vermindert werden (Berard). — Bei leerem Magen lang fastender Thiere wurde e innere Magenfläche alkalisch oder neutral reagirend efunden.

78. Die freie Säure des Magens, von Prout und iedemann und Gmelin entdeckt, wurde von ihnen r Salzsäure gehalten, wofür sie auch die grössten hemiker und die meisten Physiologen ansehen. Andere lten sie dagegen für Milchsäure (Chevreul, Lasigne, Bernard und Barresvil); andere für Butterure u. s. w.

79. Enthält der Magensaft zu viel Säure, so wird, ie Versuche mit künstlichem Magensaft dargethan haben, ine auflösende Kraft beträchtlich vermindert und selbst ifgehoben; eben so wirkt ein Zusatz von Galle. Hinegen soll Kochsalz die Löslichkeit befördern (Lehmann).

80. Eine der merkwürdigsten Eigenschaften der Magenhleimhaut und resp. des Pepsins ist die, Milch zum Gennen zu bringen, und zu dieser Wirkung ist nicht mehr thig, als zu 1000 Theilen Milch 1/500 Pepsin (E. Mitcherlich). Einen solchen Erfolg erhielt man nicht irch Zusatz einer Säure, wohl aber haben auch andere irpertheile diese Fähigkeit, jedoch in nicht so ausedehnter Weise, z. B. das Bauchfell.

81. Auch andere Schleimhäute, z. B. des Blinddarms haben das Vermögen, geronnenes Eiweiss und ähnlich Stoffe aufzulösen, wenn sie wie Magenschleimhaut be handelt werden, doch nicht eben so leicht (Eberle).

Verdauung und Gährung.

82. Die Verdauung im engern Sinne, d. h. die Auf lösung der Stoffe im Magen, ist mit der Gährung nich identisch oder auch nicht wesentlich analog, weil bei jene weder der Zutritt von Sauerstoff noch die Entbindun von Kohlensäure nothwendig sind (Schwann, Müller

Dauer der Verdauung.

83. Die Dauer der vollständigen Auflösung der Stoff im Magen ist sehr verschieden, sie wechselt zwischen 1¹ und 5½ Stunden. Beaumont fand, dass folgende Stoff weniger als 2 Stunden im Magen des mit einer Magen fistel behafteten Menschen blieben: weiche süsse Äpfe geschlagene Eier, gekochte Lachsforelle, gekochter Sago gekochtes Gehirn. Zwischen 2 und 5½ Stunden bliebe im Magen: gekochte Milch, rohe Eier, gesottener Stockfisc weiche saure Äpfel, gebratene Ochsenleber (2 Stunden gekochte Gallerte, gekochtes Rückenmark, roher Koh frische Milch, frisches geröstetes Ochsenfleisch, roh Austern, weich gesottene Eier, geschmortes Hammelfleisc roher Schinken, Beefsteak, Eier- und Milchpudding (zwi schen 2 und 3 Stunden); frisches Weizenbrod, alter Käs gekochte Kartoffeln, gebratenes Rindfleich, gekochter ge salzener Lachs (zwischen 3 und 4 Stunden); frisch ge salzenes Schweinefleisch, gekochter Kohl, Hammel- un Ochsentalg, gekochte Sehnen (zwischen 4 und 5½ Stun den). Die Leichtigkeit der Verdauung beruht wohl haup sächlich auf der Leichtigkeit, mit welcher die Speisen i Magen gelöst werden. So ist, z. B. die Stärke in de vegetabilischen Nahrungsmitteln in Zellenwänden eingehül die erst zerplatzen müssen, ehe jene dem Magensafte zu gänglich wird. Unlösliche Stoffe, wie Hülsen, bleibe länger im Magen, weil eine stärkere Bewegung zu ihre Fortführung nöthig ist. Durch das Kochen springen Hülse und Zellenwände leichter.

84. Im Magen Hingerichteter fand man folgende Gas-
rten: 71% Stickstoff, 14% Kohlensaure, 11% Sauerstoff,
% Wasserstoff in 100 Volumina (Chevreul).

85. Die Bewegung des Magens geschieht, wie es nach Magen-bewegung.
en Beobachtungen an Menschen mit Magenfisteln scheint,
rer Hauptrichtung nach, von Links nach Rechts, von
em Fundus nach der grossen Curvatur, dem Pylorus-
eile, nach der kleinen Curvatur zurück (Beaumont).
dess werden die Speisen nicht etwa ein Mal von Links
ach Rechts hin befördert und dann ausgeführt, die Be-
egungen wiederholen sich vielmehr häufig von einer
ur andern Seite, und durch diese Wiederholungen ent-
eht ein Ballen, dessen Theile vielfach verschmolzen sind,
ie man dies an den aus verschluckten Haaren im Magen
ntstehenden Aegragopilae sieht. — Bei Thieren aller Art,
ich Vögeln mit sehr starkwandigem Muskelmagen, ist
e Bewegung während der Verdauung gering und kann
eine grosse Kraft auf den Inhalt des Magens ausüben.
ie alte Theorie der Verdauung, nach welcher man diese
on einer Reibung der Wände abhängen liess (trituratio
borum), ist daher nicht erfahrungsmässig. — Die Magen-
ewegung kann durch Reizung des N. vagus bei Thieren,
owie durch Reizung mancher Gehirntheile verstärkt
erden.

86. Bei manchen Thieren (z. B. Kaninchen) stösst Abstossen des Epithelium.
ch das Epithelium der Magenschleimhaut während der
erdauung vollständig ab und bildet eine der Speisemasse
ie eine Decke anliegende Membran. Diese Epithelial-
embran reagirt sauer und enthält Magensaft.

87. Der Pylorus scheint im Anfange der Verdauung Verschluss des Pylorus.
anz verschlossen zu sein. Bei frischgetödteten Thieren
ann man häufig den Magen ausschneiden, ohne dass der
ihalt ausfliesst (Wepfer, Tiedemann und Gmelin).

c) Galle.

88. Die Leber, das Secretionsorgan der Galle, besteht, Leber.
rer anatomischen Zusammensetzung nach, ausser dem

verbindenden Zellstoffe, aus den Nerven und Lymphgefässen den blutführenden Gefässen, den Gallencanälchen und der Drüsensubstanz. Die letztere wird gebildet aus gelblichen Zellen mit Kern und körniger Masse, oft $^1/_{140}'''$ gross oft um die Hälfte grösser. Diese Zellen hangen bei frischen Lebern in Reihen an einander, und diese regelmässigen Reihen hängen an den Wänden der Gefässe an (Dujardin). Es ist aber bis jetzt noch nicht ermittelt ob diese Reihen Röhren sind (E. H. Weber, Krukenberg), oder nicht.

Galle. 89. Die Galle macht eine für Erhaltung des Lebens nothwendige Flüssigkeit aus und ist nicht bloss ein Auswurfsstoff. Denn wenn die Galle nach Aussen abgeleitet wird, so dass sie also nicht in den Darm überfliessen kann, so sterben Thiere, an denen der Versuch angestellt worden ist, auch dann, wenn keine Entzündung eingetreten ist (Schwann); ebenso, als wenn der Gallengang unterbunden worden ist (Tiedemann und Gmelin).

90. Man nimmt an, dass ein Mensch täglich 17 bis 24 Unzen Galle secernirt. Da seine Kothmenge nur 5½ Unzen beträgt, so muss ein grosser Theil Galle in's Blut wieder übergehen. Ausserdem enthält die Galle Natronverbindungen, welche in den Excrementen nicht wieder erscheinen, woraus dasselbe Resultat hervorgeht (Liebig).

91. Die Galle enthält einen Grundbestandtheil, welcher von den verschiedenen Chemikern mit verschiedenen Namen belegt worden ist, von Thenard und Gmelin nämlich Picromel, von Berzelius Bilin, von Demarcay Choleinsäure, von Kemp und Liebig Gallensäure genannt wurde. Durch Behandlung der Galle mit Säuren kann man ihn zwar ausscheiden, aber er wird dadurch schon zum Theil zersetzt, daher hat man in neuerer Zeit (Liebig) ihn sehr einfach dadurch gewonnen, dass man die Galle mit Äther schüttelt und mit Kohle entfärbt.

92. Das Bilin oder die Gallensäure, vollkommen gereinigt, ist ein rein weisses, gummiartiges, sehr bitter

·hmeckendes, geruchloses Pulver, das sich in Wasser nd Alkohol leicht löst und sowohl durch Erhitzung als urch Behandlung mit Alkalien und Säuren, als auch enn es gelöst an der Luft stehen bleibt, sich leicht rsetzt. Wird Gallensäure mit Zucker und englischer chwefelsäure vermischt, so entsteht eine schön rothe ärbung (Pettenkofer). Man bereitet eine stark conntrirte Zuckerlösung, bringt zu derselben in einem Prorgläschen etwas reine Gallensäure oder auch die Galle gend eines Thieres, schüttelt um und tröpfelt in die haumbedeckte Flüssigkeit langsam Schwefelsäure. In m Schaume zeigt sich zuerst die Färbung. Auf diesem 'ege lässt sich in allen Flüssigkeiten der Gallenstoff ausdig machen.

93. Die wichtigsten Zersetzungsproducte der Gallenure sind 1) eine flüssige, stickstoffhaltige, in Wasser sliche Substanz, die Cholinsäure, 2) eine feste, stickoffllose, in Wasser unlösliche Substanz, die Choloidinure, 3) eine beim Verdampfen in grossen, sechsseitigen, rblosen, in Wasser löslichen Prismen krystallisirende asse, das Taurin, 4) Ammoniak. — Diese Substanzen lden sich, wenn man Galle sich selbst überlässt, bei rem Faulen (Gorup-Besanez), sowie durch Einirkung von Sauren und Alkalien.

94. Ausser diesem Grundbestandtheile sind in der Galle ch zwei wichtige organische Substanzen zu finden, mlich der grüne Gallenfarbenstoff, Biliverdin (den an durch Chlorbarium aus der Galle trennen kann) d das Gallenfett, Cholesterin (das man mit Äther sziehen kann). Dieses krystallisirt in durchsichtigen attern und lässt sich durch Kali nicht verseifen. Die organischen Bestandtheile der Galle sind: phosphorures Eisenoxyd und Natron, phosphorsaure Magne-ı, phosphorsauren Kalk, Chlor-Natrium und Chlorlium, schwefelsaures und kohlensaures Alkali (Enerlin).

95. Die Farbe der menschlichen Galle ist bald blass- bald dunkelgelb bis braun, zuweilen grünlich, bei Kindern (Gorup-Besanez). Die Galle ist dicklich, schwerer als Wasser (1030:1000), schäumt beim Schütteln, schmeckt bitter, riecht eigenthümlich unangenehm und reagirt in der Regel neutral. — Im Mittel sind in der Gallenblase 328 bis 492 Gran Galle enthalten (Besanez). — Unter dem Mikroskope gesehen, zeigt sie grüngelbe, sehr kleine Körnchen und Cylinderepithelium, sehr selten Gallen- oder anderes Fett.

96. Die Galle verzögert das Faulen organischer Substanzen, so dass man wohl annehmen kann, dass bei einer Lufttemperatur von 18° R. das Fleisch, mit Galle und Wasser in Verbindung gesetzt, erst zwei Tage später einen fauligen Geruch annimmt, als wenn Fleisch und Wasser allein stehen gelassen werden.

97. Fleisch, Eiweiss, Kartoffeln werden von Galle nicht verändert, nicht im Geringsten gelöst, hingegen soll Galle den Käsestoff aufzulösen im Stande sein (Hühnefeld, Besanez).

98. Die Galle scheint einen bedeutenden Einfluss auf die Löslichkeit der Salze zu haben, wie aus Enderlin's Untersuchungen hervorgeht. Er fand nämlich im Blute 15% unlösliche und 84% lösliche Salze, im Magen hingegen 93% unlösliche und 6% lösliche, im duodenum 14% unlösliche, 85% lösliche, und im übrigen Dünndarm 9% unlösliche, 90% lösliche; im Blinddarme 73% unlösliche, 26% lösliche, im Mastdarme 94% unlösliche und 5% lösliche Salze.

99. Galle ist zum Theil Excret und macht einen Theil des Kothes aus, zum Theil geht sie wieder in's Blut zurück, dem sie einen an Kohlenstoff reichen Stoff zuführt (Liebig) (s. No. 90).

100. Galle verlangsamt die künstliche Verdanung, so wie sie die Gährung beeinträchtigt.

d) Pancreatischer Saft.

101. Der pancreatische Saft ist klar, zieht sich in aden, schmeckt salzig (Tiedemann und Gmelin), agirt gewöhnlich alkalisch (Mayer, Magendie, Lassaigne), selten sauer. Pancreatischer Saft.

102. Er ist dadurch verschieden vom Speichel, dass keinen Speichelstoff enthält und nicht durch Eisensalze th gefärbt wird (s. No. 66); verwandelt aber, wie Speiel, die Stärke in Zucker.

103. Die Bestandtheile des pancreatischen Saftes sind ngegen: Eiweiss (2 bis 3%), Extractivstoffe und kohlenure, phosphorsaure, salzsaure und schwefelsaure Salze Tiedemann und Gmelin).

104. Seine Function ist unbekannt.

e) Verrichtungen des Dünndarms

105. Durch Vermischung von Galle mit Salzsäure ldet sich ein Niederschlag. Eben solcher Niederschlag tsteht, wenn man natürlichen oder künstlichen Magenft oder den wässerigen Auszug des Mageninhalts mit lle vermischt. Niederschlag im Dünndarme.

106. Im ersten Dritttheil des Darms ist die Reaction eistens noch sauer, sehr häufig auch noch im zweiten itttheile, gewöhnlich aber im dritten Dritttheile neutral er alkalisch (Tiedemann und Gmelin). Constant dies jedoch nicht, man findet mitunter bei Thieren Schleimhaut des ganzen Dünndarms neutral und des stdarms sauer reagirend. Die Säure ist aber nicht mehr lz-, sondern Essigsäure. — Immer hingegen scheint die ure schwacher zu sein, als im Magen, und zuweilen lt sie bei Thieren, wo sie im Magen ganz deutlich ist, Zwölffingerdarme gänzlich. Reaction des Darmsaftes.

107. Die im Dünndarme enthaltene Flüssigkeit ist bweisslich, zähe, zieht sich in Fäden. Sie enthält ocken und zeigt unter dem Mikroskope grössere und inere Körner, abgestossenes Epithelium, Fettkugeln,

zuweilen Schimmelpilze (Remak, E. Mitscherlich und selbst Infusorien (Gruby), zumal gegen das Ende des Dünndarms.

Gase im Dünndarme. 108. Die Gase, welche im Dünndarme enthalten sind, bestehen aus Kohlensäure, Wasserstoff und Stickstoff, ohne Sauerstoff (Chevreul).

Bewegung des Darmes. 109. Die Bewegung des Darmes ist theils eine sogenannte peristaltische, kriechende, oder der Darm schnürt sich an einer Stelle eng zu, was in Folge von Reizung geschieht. Nach den an Thieren von vielen Beobachtern (Haller, Fontana, Magendie, Budge, Valentin) gemachten Erfahrungen ist während des Lebens die Bewegung geringer, als sogleich nach dem Tode, wo sie, nachdem die Bauchhöhle von Thieren eine kurze Zeit geöffnet war, sehr stark zu werden beginnt.

Zotten. 110. Auf der Innenfläche der Schleimhaut des Dünndarms, weniger des Dickdarms, stehen kleine ($^1/_5$ bis $^1/_2$ lange) Fädchen, welche, wenn die Schleimhaut unter Wasser betrachtet wird, wie ein dichter Sammt den ganzen Dünndarm von innen bedecken. Es sind die Zotten. Krause berechnet ihre Menge auf etwa vier Millionen. Sie haben gewöhnlich ein blattförmiges Ansehen. Sie sind wahrscheinlich in ihrem Inneren hohl, von den Zotten einiger Thiere weiss man dies mit Bestimmtheit, wie bei Ochsen. Alle sind mit Epithelium belegt (Henle). Während der Verdauung fällt dies Epithelium ab (Goodsir). An den Zotten sind in neuerer Zeit sehr kleine Bläschen beobachtet worden (Goodsir, E. H. Weber), in welche der durchgängige Theil des Darminhalts übergehen kann. Die Bläschen (Fig. 21.a) sollen, nachdem sie sich vollgesogen, zerplatzen, worauf ihr Inhalt in die Substanz der Zotten eingehe. Auf den Zotten verlaufen Lymphgefässe (Figur 21.b), welche aber nicht mit den Bläschen communiciren. Diese können den in den Zotten enthaltenen Stoff aufsaugen (Goodsir).

f) Verrichtungen des Dickdarms, Excremente.

111. Auf seinem Wege wird der Inhalt des Dünn- Excremente.
arms seiner flüssigen und zugleich seiner nahrenden Be-
tandtheile immer mehr beraubt, und es bleibt zuletzt im
esunden Zustande, wenn die Bewegung des Darms nicht
u lebhaft ist, nicht viel mehr in ihm zurück, als Schleim,
allenreste und die unlöslichen Nahrungsbestandtheile,
ozu namentlich gehören: Hülsen, Pflanzenfasern, Haare,
edern, Klauen, Schuppen, die Knochen zum grössten
heile. So entstehen die Excremente im Dickdarme.

112. Die Excremente, faeces, enthalten 75% Wasser,
% Galle, Eiweiss, Extractivstoff und Salze, 20% un-
sliche Speiserückstände und Gallenharz (Berzelius).
on der Galle ist nach den Untersuchungen (Petten-
ofer) der wesentliche Bestandtheil, das Bilin (s. No. 91),
cht in den Excrementen enthalten. Nicht selten sind
n Excrementen auch Stoffe beigemischt, welche wohl
slich sind, aber durch die Magenbewegung fortgeschafft
urden, ehe sie gelost waren. Bei Kindern ist dies be-
nders häufig der Fall. — Die unorganischen Bestand-
eile der Excremente sind: Kochsalz, schwefelsaure
lze, phosphorsaures Natron, phosphorsaurer Kalk, phos-
orsaures Eisenoxyd und Kieselsaure (Enderlin), und
Zersetzungsproduct haufig phosphorsaure Ammoniak-
agnesia in Krystallen. Der Geruch der Excremente
. nach Tiedemann und Gmelin, bei Thieren, wel-
en der Ductus choledochus unterbunden werden, sehr
rk faulig, und noch übler als sonst.

113. Das Meconium (s. Buch I. No. 153) besteht aus
leim, Epithelium, Cholesterin (s. No. 94), anderen
ttarten und 72% Wasser (Scherer).

114. Die Menge des täglich entleerten Koths beträgt
gefahr 5½. Unzen.

115. Während es fest steht, dass das Intestinum colon Function des coecum.
l rectum nur der Kothbereitung und Entleerung vor-
ht, ist man hinsichtlich der Function des Coecum noch

nicht im Klaren. — Es hat manche Eigenthümlichkeiten: a) bei Pflanzenfressern ist es beträchtlich grösser, als bei Fleischfressern; b) bei jenen wenigstens ist es fast immer sehr angefüllt von weichem Kothe; c) seine Bewegung nach dem Tode hört meist rasch auf; d) sein Inhalt reagirt bei vielen Thieren häufig sauer (Tiedemann und Gmelin), wesshalb man ihm verdauende Kräfte zuschrieb. Der Koth bildet sich erst im Dickdarm. Die am Ende des Krummdarms liegende Bauhin'sche Klappe lässt nicht die geringste Menge von Koth in den Dünndarm zurücktreten (O'Beirne). — Der abgehende Koth ist im gesunden Zustande nach dem Mastdarme geformt, und man kann von dem Durchmesser der Kothsäulen auf den jeweiligen Durchmesser des Mastdarms schliessen. Bei starker Contraction desselben sind jene natürlich viel dünner.

116. Die Kothentleerung wird unter Eröffnung des Sphincter hauptsächlich durch die Respirationsmuskeln, namentlich das Zwerchfell und die Bauchmuskeln, bewirkt, welche den Bauchraum verengen, obwohl auch die Zusammenziehung des Mastdarms allein eine Entleerung zu Stande bringen kann. Zu dieser instinctartigen Bewegung wird der Organismus durch das Gefühl veranlasst, welches am After entsteht, wenn der Mastdarm (wie es vor der Kothentleerung bei Versuchen an Thieren beobachtet worden ist) sich contrahirt und seinen Inhalt gegen den Sphincter ani internus und respective externus antreibt. Eine nächste Folge dieses Drängens ist eine starke Contraction des M. sphincter externus, durch die eine Kothentleerung vorläufig aufgehalten wird.

g) Chylus.

Chylus. 117. Während die dicken Gedärme die Kothbestandtheile aufnehmen, tritt der gelöste Theil des Dünndarminhaltes durch die Wandungen der Lymphgefässe, welche im Mesenterium und in den Zotten (s. No. 110) verlaufen.

In diesen Lymphgefässen, die man wegen des weissen Aussehens ihres Inhalts Milchgefässe nennt, wird aus dem Darminhalte der sog. Milchsaft oder Chylus.

118. Man erhält ihn am Besten aus dem Ductus thoracicus. Er ist meistens milchweiss, zuweilen graulich, zuweilen ganz durchsichtig, zuweilen etwas röthlich. Er soll einen eigenthümlichen Geruch, wie Samen, haben und schmeckt salzig.

119. Die Chylusflüssigkeit enthält 90% Wasser und 10% feste Stoffe.

120. Wird sie hingestellt, so scheidet sich in ihr ein Kuchen und eine Flüssigkeit, in der jener schwimmt. Der Kuchen besteht hauptsächlich aus kleinen, runden Körperchen, welche $^1/_{250}$ bis $^1/_{500}'''$ gross, hell, granulirt und nicht immer in frischem Zustande mit einem Kerne versehen sind, und aus Faserstoff, — ausserdem sind auch Fett- und Blutkörperchen darin. Die Flüssigkeit, serum chyli, enthält Eiweiss und Salze wie im Blute (s. No. 152). In beiden, dem Kuchen und der Flüssigkeit, ist viel Fett (3%), viel mehr als im Blute, in dem nur $^1/_5$% ist (H. Nasse). Vor der Gerinnung der Flüssigkeit ist der Faserstoff gelöst, und eben auf dessen Eigenschaft, fest zu werden ausserhalb der lebendigen Circulation, beruht die Gerinnung.

121. Durch Versuche an Thieren hat sich ergeben, dass in 24 Stunden $^2/_3$ der gesammten Blutmenge und mehr Chylus aus dem Ductus thoracicus ausfliessen kann (Magendie, Bidder). Diese Ausflussmenge rührt natürlich nicht allein von den genossenen Speisen her, deren Quantität jener bei weitem nicht gleichkommt, sondern auch von dem im Körper aufgenommenen Wasser und andern (gelösten) Stoffen.

122. Der Chylus unterscheidet sich sehr wesentlich von dem Magen- und Darminhalte, und zwar durch folgende Eigenschaften: a) er gerinnt; b) er hat bestimmt geformte Körperchen, die schon den Blutkörperchen näher Unterschied von Chylus und Magen- und Darm-Inhalt.

stehen, als die, welche man im Darme findet; c) im Magen und selbst dem Darme ist noch Pflanzennahrung und Zucker enthalten, im Chylus hingegen nicht oder doch nicht viel, — dagegen mehr Fett. — Es ist desshalb sehr wahrscheinlich, dass aus dem genossenen Zucker oder Amylon Fett bereitet wird, wofür folgende Thatsachen sprechen: a) Ein mit Kartoffeln und Erbsen gemästetes Schwein kann in 13 Wochen 31 Pfund Speck anlegen. In der erhaltenen Nahrung sind aber nach chemischer Berechnung nur 3 Pfund fettartige Substanz enthalten. woraus hervorgeht, dass aus dem Amylon der Kartoffeln und der Erbsen das übrige Fett entstanden ist. b) Dasselbe Verhalten zeigt sich hinsichtlich der Milch bei Kühen. welche gleichfalls weniger Fett in ihrer Nahrung empfangen, als die Milch enthält. c) Bienen, welche mit Zucker gefüttert werden, erzeugen nach Gundlach eben so gut Wachs als vorher (Liebig). d) Ausserhalb des Thierkörpers hat man wiederholt den Übergang von Zucker in Buttersäure durch Einwirkung einer in Zersetzung begriffenen Substanz beobachtet (Pelouze und Gelis, Scharling u. A.). — Durch welchen Process im Körper diese Metamorphose vermittelt wird, ist jedoch bis jetzt unbekannt. Ob die Galle eine Rolle dabei spielt. lässt sich nicht erweisen.

Unterschied von Chylus und Blut.

123. Der Unterschied von Chylus und Blut besteht darin, dass a) in jenem keine Blutkörperchen. sondern Chyluskörperchen constant vorkommen. die sich durch ihre helle Farbe (ohne Pigment) auszeichnen und häufig grösser als Blutkörperchen sind. Es kommen zwar auch im Chylus Blutkörperchen vor, aber in so veränderlicher Menge, dass sie unwesentlich zu sein scheinen. Es ist übrigens unbekannt. ob die Blutkörperchen durch Zerreissung benachbarter Capillargefässe, durch Übergang von Capillargefässen in Lymphgefässe (?). oder durch Bildung aus dem Chylus entstehen. Die erstere Annahme ist die wahrscheinlichste, weil eben die Blutkörperchen nicht

constant im Chylus vorhanden sind. Man hat beobachtet (Hewson, Tiedemann und Gmelin), dass die aus der Milz kommenden Lymphgefässe rothen Inhalt führen, was vielleicht lediglich von dem leichten Bersten kleiner Gefässe der gefässreichen Milz herrührt; b) der Chylus in den Lymphgefässen des Mesenterium und im Ductus thoracicus eine weisse und keine rothe Färbung hat. Zuweilen wird zwar der Chylus des Ductus thoracicus an der Luft röthlich (Tiedemann und Gmelin), aber dies ist nicht constant (Müller); c) der Chylus viel mehr Fett, hingegen viel weniger andere feste Substanzen, als das Blut enthält; d) der Faserstoff des Chylus ähnlicher dem Eiweisse ist und leichter in dasselbe umgesetzt werden kann, als der Faserstoff des Blutes.

b) Blutgefässdrüsen.

124. Es giebt drei Organe im Körper, welche zu den Drüsen gerechnet werden, aber a) keine besonderen Ausführungsgänge haben; b) sehr reichlich mit Blut versehen sind, zumal viel Venen, welche besonders in der Milz sehr weit sind, enthalten; c) in ihrem Gewebe Bläschen oder hohle Räume führen. Diese sind Milz, Schilddrüse, Thymus. Auch die Nebennieren sind Drüsen ohne Ausführungsgänge, welche aber nicht solche Bläschen, wie die Milz haben. Die Arterien der Nebennieren sind gestreckt, parallel neben einander und sammeln sich in einer grossen Vene, welche in der Mitte liegt. — Man vermuthet von diesen Organen, dass sie eine besondere Wirkung auf die Bildung des Blutes, namentlich der Blutkörperchen, haben, zumal hat man der Milz diese Eigenschaft beigelegt. Etwas Sicheres ist aber bis heute nicht festgestellt. Die Milz und die Schilddrüse können ohne Nachtheil exstirpirt werden; nach Exstirpation der Milz wird die Verdauung nicht gestört und weder der Geschlechtstrieb vermehrt, noch die Fruchtbarkeit aufgehoben Blutgefäss-drüsen.

(Schwager-Bardelchen). — Die Milz soll zur Zeit der Verdauung anschwellen (Dobson).

Blut.

a) Eigenschaften.

Blutkörperchen.

125. Die rothe Farbe des Blutes ist allen Wirbelthieren, mit einziger Ausnahme des merkwürdigen Fisches Amphioxus lanceolatus (in dessen Blute keine Blutkörperchen vorhanden sind) eigen. Sie rührt von den Körperchen her, welche zu vielen Hunderten in jedem Blutstropfen enthalten sind. Man nennt sie Blut-Bläschen oder -Körnchen oder -Körperchen, vesiculae s. corpuscula sanguinis. — Sie sind von Malpighi (1686) und Leuwenhock (1674) entdeckt worden.

126. Man sieht die Blutkörperchen einzeln deutlich, wenn man einen Blutstropfen mit einer wässerigen Lösung von Eiweiss oder mit Zuckerwasser verdünnt und unter dem Mikroskope betrachtet. — Sie sind zirkelrund, haben in der Mitte auf beiden Seiten eine kleine Aushöhlung, einzeln ein gelbes Ansehen, sind $^1/_{300}$ bis $^1/_{400}'''$ gross und haben manchmal einen Kern in der Mitte (Fig. 22a).

127. Man unterscheidet an jedem Blutkörperchen eine farblose Hülle und den gefärbten Inhalt, der an der innern Wandung der Hülle anliegt, während das Blutkörperchen sonst hohl zu sein scheint. An den Blutkörperchen von Vögeln, Amphibien und Fischen kann man einen deutlichen Kern in der Mitte unterscheiden, der in den menschlichen Blutkörperchen sehr oft nicht gesehen werden kann, vielleicht wegen seiner Kleinheit.

128. Vermischt man Blut mit reinem Wasser, mit Essig, Äther oder Alkali, so werden die Blutkörperchen zerstört. Wasser nämlich dringt durch die Hüllen hindurch und löst den Farbestoff auf, und das kleine Körperchen schrumpft zusammen und wird undeutlich. Grössere Blutkörperchen, wie die vom Frosche, können, wenn sie

durch Wasser eingeschrumpft waren, durch Jodtinctur wieder kenntlich gemacht werden (C. H. Schultz). Das Wasser greift die Kerne nicht an, sondern bloss die Hüllen, wie Untersuchungen an Froschblut gelehrt haben. — Essigsäure löst die Hüllen der Blutkörperchen auf und zerstört dadurch dieselben; ebenso Äther. Alkalien lösen Hülle und Kern auf. — Auch Galle zerstört die Blutkörperchen (Hünefeld, Simon), aber nur dann, wenn sie concentrirt ist.

129. Wenn ein Tropfen Blut einige Minuten unter dem Mikroskope gelegen hat, so sind die Blutkörperchen an einander getreten, und in diesem Falle haben sie das Ansehen von kleinen Säulchen (Fig. 22 h).

130. Durch Zusatz von concentrirter Kochsalzlösung, Alkohol, Mineralsäuren werden zwar die Blutkörperchen nicht zerstört, aber sie schrumpfen zusammen und ihre Hülle verliert ihre Glätte.

131. In der Grösse der einzelnen Blutkörperchen findet die No. 126 angegebene Verschiedenheit Statt. Die grösseren Blutkörperchen sind gewöhnlich heller von Farbe und matter, die kleineren sind stärker gefärbt und glänzender. Man hält die grösseren für ältere als die kleineren.

132. Das venöse Blut ist zwar dunkler als das arterielle; man kann jedoch an den Blutkörperchen keinen bestimmten Unterschied erkennen, wenn man sie einzeln betrachtet.

133. Ausser den rothen Blutkörperchen entdeckt man im Blute noch hellere runde, zuweilen etwas ovale, mit deutlichem Kerne und wenigem oder keinem Farbestoffe versehene Körnchen, welche man für die Körperchen der Lymphe oder des Chylus hält; sie haben eine den Blutkörperchen fast gleichkommende Grösse, und es ist wahrscheinlich, dass aus ihnen die Blutkörperchen sich bilden. (Vgl. B. I. No. 113.) Farblose Körperchen im Blute.

134. Im Blute, wie es in den Adern fliesst, bilden die Blutkörperchen die einzigen festen Bestandtheile des Andere Blutbestandtheile.

4 **

Blutes, welche in der Flüssigkeit des Blutes nicht aufgelöst sind. Alle übrigen sind darin aufgelöst. Von den in der Flüssigkeit des lebenden Blutes aufgelösten Stoffen sind die wesentlichsten: Faserstoff, Eiweissstoff, Fettarten und Salze.

Faserstoff. Gerinnung.

135. Wenn das Blut hingegen nicht mehr in den Adern fliesst, so wird der Faserstoff fest; er gerinnt. Während der Gerinnung hängen sich die anderen festen Stoffe des Blutes, d. h. die Blutkörperchen an ihn an, und dadurch geschieht es, dass, wenn Blut aus der Ader genommen ist und einige Zeit stehen bleibt, es sich in einen festen, kuchenartigen Körper, placenta s. crassamentum sanguinis, und eine helle, gelbliche Flüssigkeit, serum sanguinis, trennt. Das Serum ist die Blutflüssigkeit minus Faserstoff, das Crassamentum bilden die Blutkügelchen und der Faserstoff. — Die Blutflüssigkeit in ihrem natürlichen Zustande innerhalb der Adern während des Lebens heisst liquor sanguinis. Sie enthält Faserstoff.

136. Frühestens beginnt die Gerinnung 1½ Minuten nach dem Austritte des Blutes aus den Adern: gewöhnlich aber später. Es dauert mehre Stunden, oft zwölf, bis das Serum sich vollständig von der Placenta getrennt hat.

137. Im normalen Verhalten ist die Oberfläche des Blutkuchens roth, wenn aber die Blutkörperchen sich rasch senken oder der Faserstoff langsam gerinnt, so ist die Oberfläche weiss und bildet die sogenannte Speckhaut, crusta phlogistica.

138. Im normalen Verhalten ist das Serum hellgelb, durchsichtig und enthält keine Blutkörperchen. Es kommt aber (wahrscheinlich bei zu schnellem Gerinnen oder geringer Festigkeit des Faserstoffs) nicht selten vor, dass im Serum eine mehr oder minder grosse Menge von Blutkörperchen enthalten ist.

139. Die Gerinnung des Blutes wird nicht gehindert, wenn man das Blut in eine Temperatur, wie die des menschlichen Körpers, sei es in Ruhe oder unter Bewegung

versetzt, auch nicht, wenn man das frische Blut electrisirt, nicht im luftleeren, noch mit anderen Gasarten erfüllten Raume. Hingegen gerinnt Blut, welches zum Gefrieren gebracht worden ist, erst nach dem Aufthauen, es gerinnt ferner nicht, wenn man dem Blute geringe Mengen kaustischer oder kohlensaurer Alkalien zusetzt; auch manchmal gerinnet das menstruelle Blut nicht (s. Buch I. No. 26). Hingegen kann das Blut von Personen, die der Blitz erschlagen hat oder die mit Blausäure vergiftet sind, wohl gerinnen. Schwefelsaures Natron und Salpeter verzögern die Gerinnung; selbst Kochsalz und Zucker haben einigermassen diese Wirkung.

140. Wenn man das Blut von Menschen oder Säugethieren durchfiltrirt, so gehen die Blutkörperchen durch das Filtrirpapier durch. Wenn man hingegen das Blut mit schwefelsaurem Natron mischt, so bleiben die Blutkörperchen auf dem Filtrum zurück. Doch geschieht dies nur unter Zutritt von atmosphärischer Luft (Dumas). Die Blutkörperchen von Fröschen sind so gross, dass sie durch manche Sorten von Filtrirpapier gleichfalls nicht durchgehen (J. Müller), wenn dies vorher in Zuckerwasser getaucht war. — Durch beide Versuche hat man sich überzeugt, dass der Faserstoff im Liquor sanguinis aufgelöst ist, denn er schlägt sich darin nach einiger Zeit nieder.

141. Den Faserstoff gewinnt man aus frischem Blute dadurch, dass man es mit einem Stäbchen klopft; er setzt sich dann, mit vielen Blutkörperchen vermischt, als eine anfangs klebrige, bald aber faserige Masse an das Stäbchen an. Durch wiederholtes Waschen wird er ganz weich und stellt eine Menge verworrener Fäden dar. — Durch Trocknen wird er graugelb und so spröde, dass er ausserordentlich schwer zu pulvern ist. — Ungeronnen kann man ihn nicht erhalten. Faserstoff.

142. Der geronnene Faserstoff, welcher aus dem Chylus gewonnen wird, ist weicher als der aus dem ve-

nösen Blute, und dieser wieder weicher, als der aus dem arteriellen.

143. Der geronnene Faserstoff kommt im Muskelfleische vor.

144. Der geronnene Faserstoff kann in flüssiges Eiweiss verwandelt werden, wenn man ihn bei 20° R. mit kohlensaurem Natron oder Salpeter behandelt (Denis, Liebig). Auch durch Faulen geschieht die Verwandlung (Wurtz). Wahrscheinlich bringt der Magensaft dieselbe Wirkung hervor (vgl. jedoch No. 166).

Eiweiss. 145. Der Eiweissstoff oder das Albumin des Bluts ist gleichfalls im Liquor sanguinis enthalten, bleibt aber auch im Serum sanguinis. Man vermuthet, dass das Albumin, welches doch vollkommen im Blute gelöst ist, an Natron gebunden sei als sogenanntes Natronalbuminat (Berzelius); nach einer andern Ansicht (Enderlin) ist das Albumin durch dreibasisch phosphorsaures Natron gelöst. Natron sowohl, als dieses Salz lösen nämlich Albumin sehr leicht, während es in blossem Wasser schwerer löslich ist.

146. Wird das helle Blutwasser (serum) an die Sonne gestellt, so verdunstet das Wasser, und es bleibt eine gelbliche, zerbrechliche, oft wellenartige Masse zurück, welche hauptsächlich aus Eiweiss besteht, daneben aber noch Salze (s. No. 152), Fett und einige andere minder wichtige Stoffe (Extractivstoffe) enthält. Durch Ausziehen mit Alkohol und Äther erhält man das Albumin rein. Es ist löslich in Wasser, coagulirt bei 60° R., sowie durch die andern No. 52 genannten Mittel. Geronnen ist es nur sehr wenig in kochendem Wasser löslich; wohl aber in Alkalien und Säuren.

Globulin und Hämatin. 147. In den Blutkügelchen sind zwei Stoffe enthalten, nämlich ein dem Eiweissstoffe oder dem Käsestoffe analoger Körper, Globulin genannt, und der Farbestoff Hamatin. Wenn man Blutkörperchen mit schwefelsäurehaltigem Alkohol kocht, so fällt nach dem Erkalten das schwefelsaure

geronnene Globulin zu Boden, während das schwefelsaure Hämatin auch in der Kälte im Alkohol gelöst bleibt. Man muss das Sediment wiederholt mit Alkohol kochen, um es ganz von Hämatin zu befreien, und um von beiden Stoffen die Schwefelsäure zu trennen, behandelt man dieselben mit Ammoniak (Lecanu).

148. Sowohl das Globulin als das Hämatin sind in den Blutkügelchen im ungeronnenen, in Wasser löslichen Zustande. Durch die No. 147 angegebene Behandlung, sowie durch alle Mittel, welche das Eiweiss zum Gerinnen bringen, gerinnen auch diese Substanzen.

149. Mit dem Hämatin des Blutes ist Eisen verbunden, und diese Verbindung beider Stoffe ist so innig, dass man durch die feinsten Reagentien auf Eisen (z. B. Kaliumeisencyanür) nicht im Stande ist, dasselbe im Blute zu entdecken. Um es aufzufinden, ist daher entweder nothwendig, Chlorgas in Blut streichen zu lassen, wodurch die rothe Farbe des Blutes ganz zerstört und das Blut in eine klumpige weisse Masse verwandelt wird (Engelhardt), oder das Blut einzuäschern oder auch nur zu verkohlen. Wird die entfärbte Masse mit Wasser ausgewaschen oder die Blutkohle mit etwas Salzsäure erhitzt, so entsteht in der durchfiltrirten Flüssigkeit durch Zusatz eines Tropfens Kaliumeisencyanür sogleich die blaue characteristische Färbung. Ebenso kann man Eisen in vielen andern organischen Flüssigkeiten, welche alkalisch gemacht worden sind, durch Reagentien nicht entdecken. Bringt man z. B. eine Zuckerlösung in ein Reagensgläschen, setzt dann einen Tropfen einer Lösung von salzsaurem Eisenoxyd und 10 Tropfen liqu. Ammonii caustici hinzu und schüttelt dies wohl zusammen, so wird die gelbbräunliche Flüssigkeit durch Kaliumeisencyanür nicht gebläut. Eisen.

150. Faserstoff, Eiweissstoff, Käsestoff, Globulin und Leim betrachtet Mulder zusammengesetzt aus einem Grundstoffe, welchen er Protein genannt hat. Die ge- Protein.

nannten Stoffe sollen sich nur dadurch von einander unterscheiden, dass die mit ihnen verbundenen anorganischen Substanzen, namentlich Phosphor und Schwefel, in verschiedenen Mengen in den einzelnen Proteinstoffen bestehen. Das reine Protein soll nach Mulder schwefelfrei sein, was sich jedoch nicht bestätigt hat (Laskowski).

Fett. 151. Fett ist sowohl im Serum als dem Crassamentum sanguinis enthalten und zwar im aufgelösten Zustande als Seife, daher nicht mikroskopisch erkennbar. Im Blute kommt sowohl Gallenfett als Gehirnfett mit Phosphor verbunden vor, aber auch das gewöhnliche Ölfett, Olein.

Salze. 152. Von Salzen, welche im Blute vorkommen, kennt man a) Chlornatrium, b) Chlorkalium, c) phosphorsauren Kalk, d) phosphorsaure Bittererde, e) (dreibasisch) phosphorsaures Natron; das phosphorsaure Natron geht leicht Verbindungen ein mit eiweissartigen Substanzen, und diese werden dadurch leichter löslich im Wasser. Ebenso ist es hinsichtlich der Harnsäure, s. No. 324 (Liebig). Im Blute herrscht das phosphorsaure Natron, im Fleische das phosphorsaure Kali vor (Liebig). — f) schwefelsaures Natron (Enderlin); dagegen ist die Anwesenheit von milchsauren und kohlensauren Salzen, wie man bisher annahm, zweifelhaft geworden (Enderlin, Liebig).

Luft. 153. Blut entwickelt in einem luftleeren Raume Gas, sowohl das arterielle als das venöse; jenes mehr als dieses und zwar 7% Kohlensäure, 2,6% Sauerstoff, 1,3% Stickstoff; das venöse Blut hingegen nur 5,3% Kohlensäure, 1,2% Sauerstoff, 1% Stickstoff, — dem Volumen nach (Magnus).

Attraction des Sauerstoffs. 154. Die stickstoffhaltigen Grundbestandtheile des Blutes haben die Fähigkeit, Sauerstoff an der Luft anzuziehen und Kohlensäure zu entwickeln. Diese Fähigkeit kennt man wenigstens vom Faserstoff (Scherer), am meisten von den Blutkügelchen (s. No. 47 und 48). —

Wenn durch die Respiration Sauerstoff in das Blut eingeführt ist, so wird derselbe schon während des Blutumlaufs in Arterien und Venen zum Theil in Kohlensaure sich umwandeln, indem die Blutbestandtheile sich zersetzen und Kohlenstoff abgeben.

155. Kohlensäure wird durch Schütteln des Blutes mit Sauerstoff oder Wasserstoff ausgetrieben (Stevens). Kohlensäure im Blute.

156. Die Luft im Blute lässt sich ebenso aus dem Serum sanguinis entwickeln und hier in noch grösserer Menge als aus geschlagenem Blute (J. Davy). Man darf daher nicht annehmen, dass sich um die Blutkörperchen oder in denselben die Gasarten vorzugsweise befänden. Vielmehr scheint sich das aufgenommene Gas in dem gesammten Blute zu vertheilen. Luft im Serum und in den Körperchen.

157. Das Blut ist 28 bis 31° R. warm, das in den Arterien wärmer als in den Venen. Wärme des Blutes.

158. Der Geruch des Blutes ist eigenthümlich, er soll bei Mannern stärker als bei Frauen sein, stärker bei robusten als schwachen Individuen (H. Nasse), und seine Eigenthümlichkeit soll sich durch Zusatz von Schwefelsäure deutlicher erkennen lassen, so dass man in gerichtsärztlichen Untersuchungen Menschen- und Thierblut auf diese Weise unterscheiden könne (Barruel). Geruch des Blutes.

159. Das specifische Gewicht des Blutes ist, das Wasser = 1 genommen, = 1,05. Specifisches Gewicht.

160. Die Menge des Blutes in einem erwachsenen Menschen schatzt man auf 20 bis 30 Pfund. Man kam zu diesem Resultate, welches freilich immerhin nur sehr hypothetisch ist, durch die Berechnung der Injectionsmasse, welche nothwendig ist, um den ganzen Körper zu injiciren (Herbst), oder durch Schätzung des Blutes bei Hingerichteten (Haller), oder indem man bei einem Thiere eine bestimmte Menge Blut entzog, dann sogleich wieder eine eben so grosse Menge von Wasser in die Adern einspritzte, und sodann eine zweite Blutmenge entzog und auch zum zweiten Male eine gleich grosse Wasser- Blutmenge.

menge einspritzte. Man konnte dies Verhaltniss von festen Substanzen und Wasser im ersten Blute vergleichen mit dem im zweiten Blute, welches wasserreicher war, und so konnte man durch Rechnung finden, mit wie viel Blut sich das eingespritzte Wasser vermengt hatte. Durch dies sinnreiche Mittel fand Valentin, dass sich die Blutmenge zum Körpergewicht verhalte = 1 : 4,25.

Farbe des Blutes.

161. Die Farbe des Blutes in den Venen ist dunkel-, selbst schwarzroth, die des arteriellen schön hellroth. In den Blutkörperchen der Venen ist mehr Kohlensäure enthalten, als in denen der Arterien, wo der Sauerstoff vorherrscht. Diese Verbindung der Gasarten ist höchst wahrscheinlich keine chemische, sondern eine physikalische. Unter der Luftpumpe wird das dunkle Blut, indem Kohlensäure entweicht, etwas heller und das helle, indem Sauerstoff entweicht, dunkler. Die Lösung des arteriellen Blutes im destillirten Wasser unterscheidet sich zwar durch grössere Helle von der Lösung des venösen Blutes, aber beide Lösungen werden bald dunkelroth, und wird dann Sauerstoff zugeleitet, so verschwindet die dunkelrothe Färbung nicht mehr (Scherer), wesshalb man mit Recht annimmt, dass die verschiedene Färbung nicht auf einer chemischen Ursache beruht (Scherer).

162. Das venöse Blut wird, wenn es an der Luft steht, selbst durch die Wandungen feiner Venen hindurch hellroth, und wenn man es in der Luft oder besser mit Sauerstoff schüttelt, so entweicht Kohlensäure. Die Anziehung des Sauerstoffs zu dem Farbestoffe des Blutes ist so gross, dass er selbst sich anfhellt, wenn das Blut viel Kohlensäure enthält. — Der Blutkuchen ist an seiner Oberfläche hellroth, im Durchschnitte dunkel schwarz, dort ist der Farbestoff arteriell geworden.

163. Venöses Blut wird, mit Salzlösungen vermischt, besonders mit Salpeter und Kochsalz, hellroth, jedoch

nicht in dem Grade, wie durch Zusatz von Sauerstoff. Aber in Verbindung mit Salzen ist eine geringe Menge von Sauerstoff hinreichend zur Arterialisation.

164. Blut mit destillirtem Wasser vermischt, oder mit Säuren, ferner mit Alkohol, besonders aber auch mit schleimigen Dingen, z. B. Quittenschleim, gummi arabicum, wird dunkler. — Das arterielle Blut, mit Kohlensäure geschüttelt, wird venös. Ebenso erfolgt diese Veränderung bei allen Störungen des Athmens, nach Durchschneidung der N. vagi, bei Herz- und Lungenkrankheiten, wenn sie die Oxydation des Blutes stören.

165. Das dunkle Blut wird an der Luft zwar hell, weil es seine Kohlensäure verliert, aber mehr desshalb, weil es Sauerstoff aufnimmt. Das Blut kann viel Kohlensäure enthalten und doch hell werden durch Zutritt von Sauerstoff, und kann dunkel bleiben, trotzdem dass es seine Kohlensäure abgegeben hat. — Alkohol treibt die Kohlensäure aus, und doch bleibt das Blut dunkel.

166. Die Unterschiede zwischen arteriellem und venösem Blute sind folgende: a) Farbenunterschied (s. No. 161); b) die Verschiedenheit der Auflöslichkeit des Faserstoffs. Der Faserstoff aus dem venösen Blute lässt sich in Eiweiss umwandeln, nicht der aus dem arteriellen (Scherer) (s. No. 144); c) das arterielle Blut ist um 1° R. warmer als das venöse (Breschet, Becquerel); d) das arterielle Blut ist specifisch leichter als das venöse (H. Nasse); e) jenes soll mehr Faserstoff als dieses enthalten (Lecanu); g) das arterielle Blut fängt früher an zu gerinnen (H. Nasse). Arterielles und venöses Blut.

167. Das Blut der Vena portarum ist dadurch ausgezeichnet, dass es mehr Wasser und beträchtlich mehr Fett enthalt, als das andere Venen- und Arterienblut (C. H. Schultz, Simon). Blut der Pfortader.

168. Die quantitativen Bestandtheile des Blutes sind folgende: 1000 Theile Blut enthalten nach Quantitative Bestandtheile des Bluts.

	Lecanu.	Becquerel u. Rodier. Männer	Frauen
Wasser	780 bis 785	779	791
Fibrin	2 „ 3	2,2	2.2
Albumin	65 „ 69	69,4	70,5
Blutroth (Hämatoglobulin)	119 „ 133	141,1	127,2
Fett	3 „ 6	1.6	1.6
Extractivstoffe	2 „ 3	7,1	8.2
Salze	9 „ 10		
(Eisen		0,555 (H. Nasse)	

169. Wenn man die normale Blutmenge eines Erwachsenen zu 25 Pfund annimmt, so führt mithin das Blut ungefähr 19½ Pfund Wasser,
1,6 bis 2,4 Loth Faserstoff.
1½ Pfund Eiweiss,
3 „ Blutroth,
2 bis 4 Loth Fett.
1 „ 2 „ Extractivstoffe.
¼ Pfund Salze,
(Eisen 106,5 Gran.)

Verschiedenheit von Blut und Nahrung.

170. Im Blute ist eine viel geringere Menge von stickstofflosen Substanzen (Fett), als meistens in der genossenen Nahrung. Dort verhält sie sich ungefähr = 4 : 1. — Die andern Verschiedenheiten ergeben sich aus der Beschreibung des Blutes.

Verschiedenheit des Blutes nach dem Geschlechte.

171. Das Blut des Weibes enthält mehr Wasser, als das des Mannes (Lecanu, Denis), und mehr Salze (No. 168), dagegen weniger Blutroth.

Verschiedenheit des Blutes nach dem Alter.

172. Mit der Zunahme des Alters soll sich im Blute das Gallenfett (Cholestearin) vermehren bei beiden Geschlechtern (Becquerel und Rodier).

Blutentziehung.

173. Die plötzliche Entziehung des Blutes bringt, wenn ungefähr die Menge des verlorenen Blutes $^1/_{20}$ bis $^1/_{25}$ des Körpergewichts gleichkommt, leicht den allgemeinen Tod hervor. Ein grosser Hund kann höchstens 9 bis 12 Unzen Blut verlieren (Blundell), ein Hammel 61 Unzen (Scheel), ein Mensch etwa 5 bis 6 Pfund. Erfolgt der Blutfluss langsam, so kann der Verlust das Doppelte betragen, ohne dass der Tod erfolgt. — Einen

überaus raschen Tod bringt eine grosse Verletzung des Herzens bei fast allen warmblütigen Thieren hervor.

174. Die Ursache des Todes nach Blutentziehungen liegt nicht in dem Mangel an Ernährung der einzelnen Körpertheile durch die flüssigen Blutbestandtheile. Denn der Tod tritt ungleich später ein, wenn dem Körper alle Nahrungsmittel entzogen werden (s. No. 282). Wahrscheinlich hingegen ist es der Zutritt des Sauerstoffs, welcher zur Erhaltung des Körpers absolut nothwendig ist, dessen Verminderung bei raschen Blutverlusten den raschen Tod hervorruft. Vorzugsweise scheint aber der abgehaltene Contact des Sauerstoffs mit den Centraltheilen des Nervensystems die Veranlassung zu sein. Manche kaltblütige Thiere können mehre Stunden ohne alles Athmen leben und bei denselben Thieren tritt der Tod noch nicht ein, wenn ihnen das Herz ausgeschnitten ist, — was häufig an Fröschen beobachtet worden ist. — Man kann die Entziehung der Blutkörperchen mit dem Erstickungstode und die der Blutflüssigkeit mit dem Hungertode vergleichen.

175. Die Entstehung der Blutkörperchen scheint sehr genau im Zusammenhange zu stehen mit dem Zutritte von Eisen zum Blute. In der Bleichsucht fällt zuweilen die Quantität der Blutkörperchenmasse bis 48 (anstatt 133). Erhalten aber die Kranken Eisen, so vermehren sich von dem Tage an die Blutkörperchen (Andral und Gavarret). An die Blutkörperchen ist übrigens das Eisen gebunden (s. No. 119). — Es ist sehr bemerkenswerth, dass im Chylus nur Spuren von Eisen gefunden worden sind (Simon, H. Nasse), dagegen 1000 Theile Blut an ½ Eisen enthalten (Becquerel und Rodier). Wichtigkeit des Eisens.

176. Die Blutkörperchen können nicht insofern zur Ernährung dienen, dass sie wirklich zu Theilen der organischen Substanz werden, wie man früher (Döllinger, Dutrochet) glaubte, weil die Ernährung nur durch eine Art von Filtrirung durch die Gefässwände zu Stande kommt, Function der Blutkörperchen.

aber die Blutkörperchen zu gross sind, um durchtreten zu können. Es ist vielmehr wahrscheinlich, dass sie innerhalb der Gefässe zerfallen und sich auflösen.

Blutinjection. 177. Wird Blut von Thieren, welche grössere ovale Blutkörperchen haben, z. B. Vögeln, in die Adern von Säugethieren (mit runden Blutkörperchen) eingespritzt, so erfolgt in der Regel (Dieffenbach, Bischoff) der Tod rasch. Hingegen sterben Vögel nur durch injicirtes Venenblut von Säugethieren (Bischoff).

178. Nach Beobachtungen von Magendie finden sich schon nach einem Tage im Blute von Vögeln keine Blutkügelchen eines Säugethieres mehr, welche Tags vorher injicirt waren.

b) Circulation des Blutes.

Grosser Kreislauf. 179. Das arterielle Blut gelangt aus dem linken Ventrikel in die Aorta und deren Verzweigungen, geht ununterbrochen aus den feinsten Arterien in Capillargefässe (s. No. 182) über und von da gleichfalls ununterbrochen wieder in Venen. In den Capillargefässen ist das Blut dunkel geworden (hat Sauerstoff abgegeben). Das Blut der Venen, welche als directe Fortsetzungen der aus den Arterien zuletzt hervorgehenden Capillargefässe zu betrachten sind, sammelt sich endlich in zwei grosse Venen, vena cava superior und inferior. Beide münden an der hinteren Wand des rechten Vorhofes. — Den Umlauf, welchen das Blut vom linken Ventrikel bis zum rechten Vorhof macht, nennt man den grossen Kreislauf.

Kleiner Kreislauf. 180. Aus dem rechten Vorhof tritt das dunkle Blut in den rechten Ventrikel, aus ihm in die Arteria pulmonalis, vertheilt sich durch deren Ausbreitungen in ihren Capillargefässen, wird in denselben wieder hellroth und kehrt in je zwei Venen als arterielles Blut in den linken Vorhof, wo die vier Venae pulmonales münden. — Den Umlauf, welchen das Blut vom rechten Ventrikel bis zum linken Vorhof macht, nennt man den kleinen Kreislauf.

181. Man pflegt endlich auch von einem Pfortader-kreislauf zu sprechen und versteht darunter den Umweg, den das Venenblut der Milz, des Pancreas, des Magens und des Dünndarms macht, indem es, ehe es in die Vena cava inferior überfliesst, erst durch die aus der Vena porarum entstehenden Capillargefässe sich in der Leber verbreitet und dann erst durch die Lebervenen in die Vena cava inferior übergeht. Pfortaderkreislauf.

182. Unter Capillargefässen versteht man die Übergänge zwischen Arterien und Venen, welche nicht mehr viel feiner werden, sondern in demselben Durchmesser bleiben, obwohl sie Äste abgeben oder vielmehr Netze bilden. Sie bestehen aus einer einfachen, häufig mit Kernen besetzten, aber contractilen Membran. Sie haben im Mittel einen Durchmesser von $^1/_{300}$'''. Sie sind am weitesten im Knochenmarke (bis $^1/_{100}$), die feinsten sind in der Muskel- und Nervenmasse, z. B. retina ($^1/_{500}$''' nach Henle). Capillargefässe.

183. Das Blut selbst und namentlich die Blutkörperchen tragen, wie früherhin (von Kielmeyer, Treviranus, Carus, Döllinger, welche dem Blute eine eigenthümliche Propulsivkraft zuschreiben, vermöge welcher es sich zu den Capillargefässen hin und von ihnen wegbewege) angenommen wurde, zur Circulation des Blutes nichts Wesentliches bei; sie werden in Bewegung gesetzt, getrieben. Passive Bewegung des Blutes.

184. Der Druck, welchem das Blut ausweicht und durch welchen es zum Strömen gebracht wird, entsteht hauptsächlich durch die Muskelzusammenziehung des Herzens, ferner durch den Druck der äusseren Luft bei aufgehobenem Widerstande, die Contractilität und Elasticität der Gefässe, durch die Bewegung anderer Muskeln und die Venenklappen. Treibende Kräfte.

185. Die Muskelzusammenziehungen des Herzens erfolgen rhythmisch. Zuerst ziehen sich gleichzeitig beide Vorhöfe, im nächsten Augenblicke beide Ventrikel zu- Herzbewegung.

sammen. Während die Vorkammern in der Contraction begriffen sind, sind die Ventrikel ausgedehnt und mit Blut gefüllt, und umgekehrt. Die Contraction der Hohlen nennt man Systole, die Expansion Diastole.

186. Die Systole der Vorhöfe beginnt (nach Kürschner) an der Einmündung der Venen und nicht (nach der gangbaren Annahme) an den Herzohren, und zeigt sich mehr nach der Dicke des Vorhofes, als nach seiner Lange. — Im nächsten Augenblicke, gleichwie nach einem kurzen Vorschlage, ziehen sich gleichzeitig beide Ventrikel zusammen, dabei hebt sich die Herzspitze in die Hohe und das Herz wendet sich etwas von rechts nach links. Während der Contraction der Ventrikel und namentlich während sich die Spitze nach vorn wendet, entsteht ein Stoss wider die Brustwandungen, der Herzstoss oder Herzschlag genannt, pulsus cordis.

Herzschlag. 187. In der Gegend der fünften bis sechsten wahren Rippe wird der Pulsus cordis gefühlt.

188. Bei ausgeschnittenen Herzen von Fröschen und auch von Säugethieren dauert die Contraction noch fort, dabei hebt sich die Spitze und der aufgelegte Finger erhält einen Stoss. Hieraus ergiebt sich, dass die Ursache des Herzstosses nicht in der Anfüllung des Herzens mit Blut, nicht in dem Zusammenhange mit den Arterien, nicht in der Lage des Herzens begründet ist. Der Herzstoss muss vielmehr hauptsächlich seinen Grund in der Muskelanordnung der Kammern haben. — Zerstörung der Klappen, Verletzung der Atrien heben (nach Valentin) den Herzstoss nicht auf. — Die eigentliche Bedingung, durch welche der Herzstoss zu Stande kommt, ist nicht ermittelt. Man hat vermuthet, dass die Hebung der Spitze daher entstehe, dass die Kammern dem Zuge der gestreckten Arterien während der Contraction folgen (Kürschner), was jedoch dadurch widerlegt wird, dass auch die Ventrikelspitze sich hebt, wenn die Arterien abgeschnitten sind. Man hat ferner die Hebung mit dem

Zurückprallen eines abgeschossenen Gewehres verglichen (Gutbrod, Skoda); der Flintenlauf wird hier zurückgetrieben durch den Druck der plötzlich ausgedehnten Luft. Dieser überwindet die Masse des Körpers. Dem Drucke des Blutes hingegen auf die Herzspitze wirkt die Contraction der Muskeln der Spitze direct entgegen.

189. Während des Herzstosses hört das an die Brust angelegte Ohr zwei Herztöne, von denen der erstere etwas länger dauert und dumpfer ist, der zweite kürzer und heller. Man hört jenen am besten, wo man den Herzstoss am deutlichsten fühlt, diesen etwas höher. — Für die Ursache des ersten hält man entweder den durch die Muskelbewegung erzeugten Ton (Williams) oder die Spannung der Klappen, welche zwischen Atrien und Ventrikel liegen; für die Ursache des zweiten die Spannung der Semilunarklappen. Der erste Ton fällt mit der Systole, der zweite mit der Diastole der Kammern zusammen. Herztöne.

190. Die Töne werden nicht aufgehoben, wenn bei frisch getödteten Thieren die Brusthöhle geöffnet wird, woraus hervorgeht, dass sie nicht vom Anschlagen des Herzens an die Brustwand entstehen.

191. Die Kraft, welche das Herz ausübt, ist nicht in allen seinen Theilen gleich. Der linke Ventrikel besitzt eine Muskelmasse, deren Gewicht und Volumen ungefähr noch ein Mal so viel beträgt, als die Muskelmasse des rechten Ventrikels (Valentin). Jener wiegt ungefähr 10 Drachmen, dieser 5 Drachmen (ohne septum). Die Dicke der Wandung von jenem ist = 2 bis 3‴, von diesem = 5 bis 6‴ (Krause). Hiernach zu schliessen wird zum Umtreiben des Blutes in dem Körper eine zwei Mal so grosse Kraft angewendet, als zum Umtreiben des Blutes in den Lungen. Bestimmung der Herzkraft.

192. Zur Bestimmung der Herzkraft bedient man sich eines von Poiseuille angegebenen Instruments, welches von Ludwig wesentlich verbessert worden ist, —

des sogenannten Hämadynamometers, welches eine gebogene, zum Theil mit Quecksilber gefüllte Röhre ist und dessen Anwendung darin besteht, dass man das eine Ende in die Arterie eines lebenden Thieres steckt und aus dem Drucke des Blutes auf das Quecksilber die Stärke des Druckes mit dem Drucke einer Quecksilbersäule vergleichen kann.

193. Im Mittel fand man den Druck, unter dem das Blut in den grösseren Körper-Arterien steht, gleich einer 6 Fuss hohen Wassersäule oder $^6/_{14}$ Fuss = 5,14 Zoll hohen Quecksilbersäule (Poiseuille, Magendie, Valentin), oder dem Gewichte nach über 4 Pfund. (Nach Valentin gegen 3 Pfund.)

194. Da die Kraft des rechten Herzens um die Hälfte geringer ist, so würde also das Blut in der Lunge unter einem Drucke von $1^1/_2$ bis 2 Pfund stehen.

195. Die Kraft des Herzens wirkt nicht in allen Gefässen gleich, weil mit abnehmender Verengerung der Arterien und dem endlichen Übergange in Capillargefässe die Reibung immer mehr zunimmt. — In der Pfortader muss sogar das Venenblut, welches ein Capillarsystem schon passirt hatte, noch durch ein zweites gehen. — Bei vielen Thieren, z. B. Fischen, treibt sogar die einfache (nicht aus zwei Abtheilungen bestehende) Kammer das Blut in die Kiemenarterien, in deren Capillargefässe und Venen, von da aus direct, ohne dass ein Herz die Kiemenvenen aufnähme, in die Aorta, die Capillargefässe des Körpers, die Venen und endlich noch durch das Capillargefässsystem der Pfortadern. — Durch so bedeutende Reibungen leidet die Blutströmung beträchtlich.

196. Desshalb treibt das Venenblut das Quecksilber des Hämadynamometers nicht in derselben Weise weiter, als das Blut der Arterien, — und schon in den kleineren Arterien ist die Druckkraft verschieden, selbst in derselben Arterie, wenn das Blut vermittelst einer kleineren in dieselbe gelangt. Nach Spengler war der Druck der

Quecksilbersäule = 138 Millimeter, wenn das Hämadynamometer in das untere (Herz-) Ende der vorher unterbundenen Carotis gebracht wurde, hingegen = 119, wenn er in das obere Ende gebracht wurde, wo das Blut aus der A. vertebralis wirkte. — Das Verhältniss zwischen Carotis und metatarsea war = 186 : 154; zwischen Carotis und maxillaris externa = 154 : 132 (Spengler). — In den Venen ist der Druck 10 bis 20 Mal geringer (Mogk).

197. Ausser der Muskelcontraction des Herzens wirken noch einige andere Mittel unterstützend zur Fortbewegung des Blutes mit. Dahin gehören:

a) Die sogenannte, jedoch problematische Saugkraft des Herzens. Nachdem die Systole der Arterien geendigt ist, kann bei der Erschlaffung derselben das Venenblut in dieselben eindringen (Zugenbühler, Wedemeyer). Saugkraft.

198. Daher soll während der Diastole der Vorkammern das Blut der Venen im Hämadynamometer beschleunigter, während der Systole der Vorkammern langsamer fliessen (Valentin), was jedoch noch eine andere Erklärung zulässt (s. No. 207).

199. b) Sowohl die kleineren Arterien als die Capillargefässe sind contractil, in geringerem Maasse wahrscheinlich auch die Venen. Wiederholt hat man beobachtet, dass Reizungen jener Gefässe Bewegungen, d. h. Contractionen veranlassten (Verschuir, Hastings, Wedemeyer, Schwann). Solche Contractionen sind jedoch in grosseren Arterien nicht constant und jedenfalls gering. Man hält sie für den Ausdruck einer lebendigen Kraft, ähnlich der in den Muskeln. Diese Contractionen bewirken wahrscheinlich den sogenannten Tonus der Gefässe, mogen auch zur Blutbeförderung etwas beitragen, aber jedenfalls ist diese Wirkung unbedeutend, und eine rhythmische Contraction nach Reizung oder nachdem das Herz ausgeschnitten war, hat Niemand beobachtet. — Diese Contractilität hat (nach Henle) ihren Sitz in einer eigenen Schicht der Arterienhäute, deren Fasern Ähnlichkeit Contractilität der kleineren Gefässe.

Während der Systole der Kammern entfaltet das Blut die Klappen, rollt sie gewissermassen auf, wie die Luft ein Segel ausbreitet, und bewirkt, dass sich die Klappensäume nach dem Ventrikel hin umlegen und eine bauchige Fläche gegen den Vorhof zeigen. — Die Klappen sind beträchtlich grösser, als nothwendig ist, um die Öffnung zu decken, und dadurch ist diese Umschlagung selbst bei der grössten Erweiterung des Herzens möglich. — Durch diese Klappeneinrichtung wird es leicht, dass alles Blut aus den Ventrikeln ausgepresst wird (Kürschner).

205. Die zweite Art der Klappen zwischen Ventrikel und Arterien bilden bekanntlich je drei Säckchen, die Sigmoidal- oder Semilunarklappen, in welche sich das Blut einsackt, dadurch die Räume füllt, die Säckchen so an einander hält, dass kein Tropfen Blut hindurchkommen kann. Nach Kürschner helfen Muskelbündelchen diese Wirkung des Blutes unterstützen, welche zuweilen in den Klappen selbst, immer aber zwischen den Ventrikeln und einigen dieser Klappen liegen. — Die Ränder der drei Klappen (lunulae) stossen in einem Puncte zusammen, welcher in dem Mittelpuncte der Aorta liegt. Von diesem Puncte gehen im angefüllten Zustande der Klappe an jeder Klappe zwei Linien (die Hälften der lunulae) aus, welche wie Radien von Kreisen, die in den Aortenzirkel hineingelegt sind, betrachtet werden können (Retzius).

206. Durch diese genau berechneten Einrichtungen wird das Herz zum vollständigsten Druckwerke, durch welches möglich gemacht wird, dass erstens das Blut in alle Körpertheile geführt werden kann und zweitens kein Blut wieder zurückfliesst und dadurch eine Hemmung verursacht.

Rücktritt von Blut in die Venen.

207. Bei jeder Contraction der Vorkammern tritt Blut in die grossen Venenstämme zurück, welches bei jeder Diastole wieder abfliesst, was namentlich bei blossgelegter V. jugularis grösserer Thiere eine rhythmische Bewegung in diesem Gefässe häufig sehen lässt.

208. Die mechanische Ausdehnung der elastischen Arterienwandungen durch das Blut, welches bei der Systole der Ventrikel in die Arterien getrieben wird, bewirkt den sogenannten Pulsschlag, den an allen oberflächlichen Arterien die aufgelegten Finger fühlen. Arterien-Puls

209. Die Ausdehnung oder Diastole der pulsirenden Arterien ist in den Arterien in der Nahe des Herzens synchronisch mit dem Pulsus cordis, d. i. der Systole der Ventrikel, also auch der Diastole der Atrien. In entfernteren Arterien, z. B. der A. metatarsea, erfolgt der Pulsschlag ungefähr 1/6 Secunde später als der Herzschlag (E. H. Weber).

210. Das Quantum Blut, welches eine Ventrikelcontraction in die Aorta treibt, drängt nicht nur eine entsprechende, in dem Anfangstheile dieses Gefässes vorhandene Menge von Blut α von ihrer Stelle, sondern erweitert auch die elastischen Wande der Aorta. Die Blutmenge α nimmt nun in dem nachstfolgenden Aortenstücke ihren Platz ein und schiebt nun eine zweite Blutmenge β weiter, und so wird eine Säule nach der anderen in der kürzesten Zeit fortgeschoben, und jedes nachfolgende Quantum von der Druckkraft des Herzens mittelbar getrieben, erweitert die entsprechenden Arterienwandungen. — Der Puls nimmt natürlich an kleineren und entfernteren Arterien an Stärke ab.

211. Sobald die Herzcontraction vollendet ist, kehrt die elastische Arterie zu ihrem früheren Durchmesser zurück. Das Blut weicht in centrifugaler Richtung aus, weil die Semilunarklappen den Rückfluss hindern.

212. Den Puls fühlt man nur in den Arterien von einiger Grösse, in den kleinsten Arterien fühlt man ihn nicht mehr und auch nicht mehr in den Venen. Wenn aber grössere Arterien direct in Venen übergehen oder wenn der Rückfluss des Blutes (s. No. 207) bei Herzkrankheiten sehr stark wird, fühlt man auch Venenpulsationen.

213. Während des Pulses der Arterien erweitern sie sich. Die Erweiterung betrug an der Carotis eines Pferdes $^1/_{23}$ (Poiseuille). — Die Ausdehnung sowohl der Länge als der Quere nach kann man deutlich mit blossen Augen an den offengelegten Arterien von Thieren, selbst von Fröschen (a. pulmonalis) erkennen.

Menge des durch eine Herzcontraction ausgetriebenen Blutes.

214. Nach einer Berechnung, welche auf die Capacität der einzelnen Herzhöhlen, die zusammen 32 Cubikzoll fassen (Krause), gegründet ist, werden mit jeder Entleerung einer jeden Kammer ungefähr 5 Unzen Blut in jede grosse Arterie getrieben (Valentin).

Häufigkeit der Herzschläge.

215. Die Herzschläge wiederholen sich in der Minute bei erwachsenen Menschen zwischen 30 und 50 Jahren im Mittel 70 Mal, bei Neugeborenen 136 Mal (Quetelet). im hohen Alter nehmen sie nicht immer an Anzahl ab.

216. Die Anzahl der Pulsschläge steht im umgekehrten Verhältnisse zur Körpergrösse (Rameaux, König), was jedoch hauptsächlich hinsichtlich des gleichen Alters Geltung zu haben scheint.

217. In der horizontalen Lage ist die Pulsfrequenz geringer, als in der sitzenden und in dieser noch mehr als beim Stehen (Guy).

218. Phlegmatische Temperamente haben gewöhnlich selteneren Puls als sanguinische, was jedoch nicht durchgängig der Fall ist.

219. Bei Frauen ist in demselben Alter mit Mannern der Puls meistens etwas häufiger (Rameaux).

220. In der Nacht ist der Puls seltener, am seltensten gewöhnlich am frühen Morgen, am häufigsten gegen Mittag.

221. Nach dem Genusse warmer Speisen wird die Pulsfrequenz vermehrt.

222. Durch wiederholtes Einathmen wird der Herzschlag so bedeutend geschwächt, dass man den Puls an der Radialarterie nicht mehr fühlt. — Durch wiederholtes Ausathmen wird der Puls voller; aus einer geöffneten

Vene fliesst das Blut rascher, wenn gehustet, geniest, überhaupt energisch exspirirt wird. Wenn während des Einathmens das Hämadynamometer auf — 90 stand, war es beim Ausathmen auf + 85 gestiegen (Poiseuille). — Während des Ausathmens schwellen die Venen an, und dadurch entsteht eine schwankende Bewegung, welche am deutlichsten am Gehirne sich zeigt. Wenn das Gehirn entblösst ist, so hebt und senkt es sich während des Aus- und Einathmens.

223. Die Arterien können durch ihre Pulsationen leichte Bewegungen der Glieder veranlassen. Auf diese Weise entsteht das Schwanken eines Beines, welches auf dem andern gebogen liegt, und die Schwankungen eines am Arme durch einen Faden aufgehangenen Ringes. Bewegungen, durch den Arterienpuls veranlasst.

224. Aus einer geöffneten Arterie fliesst das Blut zwar continuirlich aus, aber mit jedem Herzschlage in stärkeren Strömen. Vgl. No. 200. Hingegen in den kleinsten Arterien, in Capillargefässen und in den Venen fliesst das Blut gleichmässig, ohne deutliche Stösse ununterbrochen. Wenn ein durchsichtiger Theil, an dem man diese Beobachtungen macht (s. No. 225), schwächer wird oder nur stark eintrocknet, so kommen wiederum Stösse zum Vorschein, aber mit Unterbrechung oder doch schwächerem Fliessen; es entsteht eine Art wiegender Bewegung, indem das Blut bei jedem Herzstosse vorgetrieben wird und nach demselben wieder zurückfliesst; und endlich stockt das Blut vollständig. Stossweise und continuirlich eintretendes Fliessen des Blutes.

225. Den Blutlauf in den Capillargefässen kann man an durchsichtigen Theilen direct beobachten. Man bedient sich hierzu meistens der Schwimmhaut an den hinteren Extremitäten des Frosches, welche mit vier Nadeln auf einem in der Mitte mit einem kleinen Ausschnitte versehenen Bretchen ausgespannt wird. Der Frosch wird, in feuchtes Leinen eingewickelt, neben das Tischchen des Mikroskops auf eine Unterlage gelegt, so dass die Schwimmhaut bequem auf demselben ruhen kann. Man muss Sorge Beobachtung des Blutumlaufs.

tragen, dass die Theile nicht trocken werden. — Man kann in den kleineren Arterien und Venen schon bei 60maliger Vergrösserung die Blutkörnchen laufen sehen, die Netze der Capillargefässe werden erst bei 150 bis 200maliger Vergrösserung deutlich, und einzelne Verhältnisse bedürfen noch stärkerer Vergrösserungen. Die bemerkenswerthesten Erscheinungen sind folgende: a) bei hinlänglicher Vergrösserung sieht man Capillargefässe, welche nur ein einziges Blutkörperchen fassen. Ein solches nimmt jedoch nie das Capillargefäss ganz vollständig ein, sondern es bleibt am Rande eine sehr schmale helle Schicht, in welcher im normalen Zustande sich keine Blutkörperchen finden (Poiseuille).

b) Die Blutkörperchen folgen sich überaus rasch hinter einander. Diese Schnelligkeit ist aber nur eine scheinbare und wird durch die Vergrösserung, mit der sie auch wächst, veranlasst. Vielmehr durchläuft ein Blutkörperchen in der Schwimmhaut des Frosches in der Secunde nur einen Raum von $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{3}'''$ (Gebrüder Weber, Valentin).

c) Die Blutkörperchen stellen sich häufig auf die schmale Seite, verändern selbst ihre Form, um manche Hindernisse, welche ihrem Laufe innerhalb der Gefässe entgegen stehen, zu vermeiden, und winden sich durch.

d) In den Blutkörperchen sieht man selbst bei Fröschen, in deren Körperchen die Kerne ganz deutlich sind, meistentheils diese nicht.

e) In den Capillargefässen behalten die Blutkörperchen nicht immer dieselbe Richtung, es kann vielmehr geschehen, dass, wenn eine Zeit lang das Blut von rechts nach links geflossen ist, es nach einiger Zeit einen gerade umgekehrten Weg nimmt.

f) Einzelne Capillargefässe giebt es, in welchen keine Blutkörperchen fliessen, in denen man nur die Bewegung des Liquor sanguinis erkennt. Diese Capillargefässe, welche man freilich vasa serosa nennen könnte, unterscheiden

sich in nichts von den anderen Capillargefässen, und es ist nicht selten, dass in solche enge Gefässe, nachdem man sie lange leer gesehen hat, einzelne Blutkörperchen dennoch eindringen.

g) Niemals gehen Blutkörperchen aus den Capillargefässen heraus, um sich, wie man früher (Döllinger) glaubte, mit der organischen Substanz zu verbinden; sondern stets gehen jene aus Arterien in Venen über. Zuweilen bleibt ein Blutkörperchen mitten im Gefässe wohl stecken, weil es daselbst durch eine ungünstige Lage aufgehalten wird, und diese Erscheinung hat vielleicht zu jener Ansicht Veranlassung gegeben.

h) Niemals endigen Gefässe mit offenen Mündungen, sondern überall bestehen Netze, welche oft dichter sind als die dazwischen liegende Substanz.

i) An der Wandung der Capillargefässe, in dem sogenannten Poiseuille'schen Raume (s. a.) kleben häufig Lymphkörperchen, welche durch ihre runde Form, grössere Kleinheit und Farblosigkeit von den ovalen grösseren gelben Blutkörperchen sich leicht unterscheiden lassen. Sie bleiben an der Wand gewöhnlich lange hängen, nehmen nicht an der Raschheit Theil, mit der die Blutkörperchen fortgedrängt werden, sie werden vielmehr in der Secunde nur $^{1}/_{44}$''' fortgewalzt (Gebrüder Weber). Auch am Boden der Gefässe liegen diese trägen Körperchen und häufen sich besonders an, wenn eine Stockung des Blutes eintritt.

k) Zuweilen bleiben die Blutkörperchen in den Capillargefässen eine Zeit lang stehen, es entsteht momentane Stockung, stagnatio s. stasis. Eine solche Stockung wird durch Reize immer veranlasst und erfolgt spontan bei Schwäche des Thieres. In diesem Falle ist sie krankhaft und nicht mit den (wie es scheint) normalen, bald vorübergehenden Stockungen zu verwechseln. — Dauert eine Stockung langer, so vermindern sich die Blutkörperchen und die Lymphkörperchen vermehren sich.

l) Von grösseren Gefässen, als die Capillargefässe sind, unterscheidet man die Arterien gewöhnlich als die schmäleren, heller gefärbten, meist eine geringere Menge von Blutkörperchen führenden von den Venen; auch fliesst meist das Blut in jenen deutlich rascher.

m) In manchen Organen fliesst das Blut offenbar langsamer als in andern, so z. B. in der Leber des Frosches langsamer als in den Lungen, wovon man sich durch directe Beobachtnugen bei jungen Thieren überzeugen kann.

n) Wird der Theil trocken oder verliert das Thier Blut oder wird eine reizende Substanz, z. B. eine Säure, angewendet, so häufen sich allmählig die Blutkörperchen in den Gefässen an, fliessen langsamer, stocken endlich.

Schnelligkeit des Blutumlaufs.

226. Das Blut durchläuft den Körper in der sehr kurzen Zeit von 20 bis 30 Secunden. Stoffe, welche in die eine V. jugularis eingespritzt waren, fand man nach der angegebenen Zeit schon in der anderen. Sie mussten mithin aus der V. jugnlaris in das rechte Herz, von da in die Lungen, von da in das linke Herz und die Aorta gelangen, zwei Capillargefässsysteme also durchmachen (Hering, Mayer, Poisenille). Man sieht daraus, wie Gifte so überaus rasch tödten können.

227. Auch noch auf einem andern Wege lässt sich die Schnelligkeit des Blutumlaufs beweisen. Wenn nämlich mit jedem Herzschlage 5 Unzen Blut aus einem Ventrikel ausgetrieben werden und 70 bis 75 Schlage in eine Minute fallen, so kommen auf die Minute 350 ℥ Blut = $21\,{}^{7}/_{8}$ Pfund bis 375 = $23\,{}^{7}/_{16}$ Pfund. Es wird mithin auch nach dieser Berechnung in einer Minnte schon beinahe die gesammte Masse des Blntes das Herz passiren.

Abhängigkeit der Herzbewegung vom Nervensysteme.

228. Die Herzbewegung dauert noch eine Zeit lang fort, wenn das Herz aus dem Körper ausgeschnitten ist, bei Säugethieren einige Minuten, bei Amphibien und Fischen mehre Stunden und selbst Tage.

229. Wird das Herz, welches eben aufgehört hat zu schlagen, gereizt, gleichviel an welcher Stelle, so beginnt es wieder zu schlagen, indem zuerst die Vorhöfe, dann die Ventrikel sich contrahiren.

230. Reizungen der N. cardiaci bei Säugethieren, bei denen das Herz kurze Zeit stille stand, rufen von Neuem Bewegungen hervor (Humboldt).

231. Leidenschaften verändern leicht den Herzschlag.

232. Werden bei einem lebenden Frosche die Schädeldecke und die Wirbelsäule blossgelegt, dann mit einer kleinen schneidenden Zange die Knochen weggebrochen, und nach gestillter Blutung die beiden mit den zwei Polen eines mässig starken magnetisch-electrischen Rotationsapparates in Verbindung stehenden, mit Seide umwickelten Drähte so in das verlängerte Mark eingestochen, dass der eine Draht am vordersten, der andere am hintersten desselben es berühren, so steht das (vorher blossgelegte) Herz schon nach den ersten Drehungen still. Hört man bald zu drehen auf, so bewegt sich rasch das Herz wieder und gewinnt in kurzer Zeit seine frühere Häufigkeit. Sonst dauert der Stillstand noch eine Weile länger, nachdem das Drehen schon aufgehört hat. Der Körper bleibt während der Reizung tetanisch, und meistens ist das Athemholen unwiederbringlich dahin. Hingegen wird das Herz nicht afficirt, wenn das ganze übrige Rückenmark demselben Einflusse ausgesetzt wird, obwohl dadurch die allermeisten Körpermuskeln in starken Tetanus gerathen (E. H. Weber, Budge).

233. Stillstand des Herzens bewirkt auch die angegebene Reizung, wenn sie die N. vagi trifft (Weber, Budge). Wird hingegen dieselbe Reizung auf das Herz selbst angewendet, so mehren sich in der Regel seine Schläge sehr bedeutend.

234. Der Kreislauf des Blutes wurde im Zusammenhange vollstandig erst durch William Harvey in seinem Werke: exercitatio anatomica de motu cordis et Entdeckung des Kreislaufs.

sanguinis in animalibus. Francofurti, 1628. 4. bewiesen. obwohl schon frühere Ärzte Ahnungen davon hatten. Durch Herophilus und Galen war der Irrthum von Proxagoras, dass die Arterie, welche er als pulsirendes Gefäss von der Vene unterschieden hatte, Luft enthalte, berichtigt. Michael Servetus und Columbus beschrieben zuerst den kleinen Kreislauf vor Harvey.

Bildungen aus dem Blute.

Allgemeines. 235. Das Blut ist das Material, vermittelst dessen im Körper gewisse imponderable und ponderable Stoffe sich bilden, welche zur Erhaltung des Körpers nothwendig sind und theils innerhalb desselben verbraucht, theils nach aussen ausgeführt werden. Dahin gehören die thierische Wärme, die zur Bewegung, Empfindung und Absonderung bestimmten Organe und die abgesonderten Producte selbst. — Wird das Blut vollständig von einem Theile abgeschnitten, so hören diese Bildungen auch sogleich auf. Wird die Blutmasse bloss vermindert, so erfolgt der Stillstand langsamer, ebenso bei Entziehung der Nahrung.

a) Thierische Wärme.

Körperwärme. 236. An allen Stellen des Körpers, welchen durch die umgebende Atmosphäre nicht Wärme entzogen wird, ist die Temperatur mit seltenen Ausnahmen zwischen 28 und 30^0 R. (= 35 bis $37\frac{1}{2}^0$ C. = 95 bis $99\frac{1}{2}^0$ F.). Das Blut der Arterien ist gegen 1^0 C. wärmer, als das der Venen (Breschet und Becquerel, Berger). — Das Blut der A. carotis und das der V. jugularis sind etwas wärmer, als das Blut der A. und V. cruralis (Breschet und Becquerel). —

Ihre Verschiedenheit nach den Körpertheilen. 237. Das an die äussere Haut bei nacktem Körper in einer Zimmerwärme von 16.8^0 R. gebrachte Thermometer erreicht nur in der Kniekehle, Schambuge, Achselhöhle und etwas unter dem Nabel die angegebene Temperatur, an den übrigen Körperstellen aber nicht (J. Davy).

238. Die Temperatur der umgebenden Luft ist zwar nicht ganz ohne Einfluss auf die Eigenwärme, jedoch ist derselbe unbeträchtlich. Bei einer künstlichen Erhitzung der Luft bis zu 80° R. und mehr blieb die Körperwärme fast unverändert (Blagden, Delaroche, Berger). Auch bei Erniedrigung der äussern Wärme, sowie bei dem Aufenthalte in kalten Erdstrichen sinkt die Temperatur der Körperoberflache wenig (Davy).

239. Auf hohen Bergen wird die Eigenwärme sehr wenig abgeandert (Breschet und Becquerel).

240. Um Mitternacht ist die Temperatur geringer, als am Mittage (Chossat).

241. Durch Bewegung einzelner Muskelpartien steigt deren Wärme. So zeigte sich eine Vermehrung der Wärme im M. biceps bei Bewegung desselben um ½ bis 1° C. (Becquerel und Breschet). Durch Bewegungen ausgedehnter Muskelpartien wird die Wärme selbst an den Theilen gesteigert, welche gewöhnlich niedriger temperirt sind, z. B. an der Haut, — dabei aber vermehrt sich die Zahl der Athemzüge und der Herzschläge. Durch Bewegungen.

Im Schlafe ist die Temperatur gewöhnlich etwas niedriger als im Wachen (J. Hunter). Im Schlafe.

242. Während der Menstruation steigt die Temperatur (⅖° C.) nach Fricke. Während der Menstruation.

243. Durch Überstreichung der Haut mit einem dichten Harze sinkt die Temperatur der Haut bei Kaninchen bald um 10° C. und mehr (Breschet und Becquerel). Durch Störung der Hautthätigkeit.

244. Bei hungernden Thieren nimmt die Eigenwärme ab, nur am Todestage steigt sie wieder (Chossat). Durch Hunger.

245. Verhinderung des Zuflusses von Blut nach einem Theile vermindert rasch dessen Eigenwärme: so sinkt dieselbe nach Unterbindungen grosser Gefässstämme bei Thieren in je ½ Stunde manchmal um 10° C. Durch Blutmangel.

246. Die Wärme eines Theiles sinkt, dessen Nerven durchschnitten worden sind. Dasselbe ist der Fall an Durch Nerveneinflüsse.

gelähmten Extremitäten. Wenn hingegen bei der Durchschneidung der Nerven eine Gefässverletzung vermieden wird, so ist die Temperaturabnahme viel geringer, als nach Unterbindung der Gefässe (Matteneci).

Durch Leidenschaften erhebender Art, bei Geschlechtsaufregungen scheint die Eigenwärme sich zu vermehren, durch niederdrückende Leidenschaften, bei Ohnmachten wird der Körper kühl.

247. Durch starke Erschütterungen des Gehirns in Folge eines Schlages auf den Kopf, nach Exstirpationen grosser Organe sank die Eigenwärme des Körpers (Chossat).

248. Nach Durchschneidung der N. vagi (Cooper, Chossat u. A.) sinkt die Temperatur des Körpers, nimmt aber vor Eintritt des Todes wieder zu.

Durch Einflüsse auf die Respiration.

249. Bei Krankheiten, in welchen das Athmen selten ist, sind in der Regel die äusseren Bedeckungen kühl.

250. Manchmal fühlen sich beschränkte Körpertheile wärmer oder kälter an, besonders wird Kälte des Gesichts, der Stirne, des Nackens bei Verdauungsbeschwerden, Angst und anderen Affectionen beobachtet, — sowie einzelne sehr umschriebene Hautstellen zuweilen übermässig erwärmt sich zeigen.

Im Winterschlafe.

251. Im Winterschlafe sinkt die Eigenwärme beträchtlich, mit der Abnahme des Athemholens und der Herzschläge. — Die Winterschläfer haben eine Temperatur, welche von der umgebenden Atmosphäre nur wenig verschieden ist. So z. B. sinkt die Wärme beim Murmelthiere von 30 auf 4, beim Igel von 28 auf 4 u. s. w. (Saissy).

252. Mit der Abnahme der Temperatur der umgebenden Luft mehrt sich die Zahl der Athemzüge und der Herzschläge (Vierordt, Letellier). Kleidet man sich nackt aus im Winter, so überzeugt man sich leicht von der Richtigkeit der Angabe. Bei 19° C. entleerte Vierordt 257 C. C. Kohlensäure, bei 8° hingegen 299 C. C.

— Bei Zunahme der Athemzüge, sowie der exspirirten Kohlensäure nimmt (wahrscheinlich constant) die Wärme zu. — Auch bei Körperbewegungen nimmt die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs und der ausgeathmeten Kohlensäure zu (Seguin, Vierordt).

253. Da überall mit der Bildung von Kohlensäure aus Kohlenstoff und Sauerstoff Wärmeentwickelung verbunden ist, so kann man sicher annehmen, dass auch im Körper während der Bildung von Kohlensäure Wärme entsteht. Die Menge der in 24 Stunden von einem erwachsenen Menschen erzeugten Kohlensäure beträgt ungefähr 23 bis 30 Unzen. Zur Bildung von 23 Unzen Kohlensäure sind aber nöthig 6,2 Unzen Kohlenstoff, welchen der Körper abgeben muss. Wenn 1 Loth Kohlenstoff in Kohlensäure verwandelt wird, so werden damit, nach Despretz, 105 Loth Wasser von 0° auf 75° C. erwärmt. Hingegen ist bis jetzt durch genaue Versuche noch nicht festgestellt, wieviel Kohlenstoff sich in Kohlensäure verwandeln muss, um die einzelnen Körpertheile von 0° bis 35° C. zu erwärmen, und daher bleibt hier noch eine grosse Lücke. Ursache der Wärme in der Bildung von Kohlensäure.

254. Ausserdem scheint auch im Körper eine Verbindung von Wasserstoff mit Wasser zu erfolgen (Lavoisier, Laplace, Liebig), und auch auf diesem Wege kann Wärme frei werden. in der Bildung von Wasser.

255. Ob aber in der Verbrennung von Kohlenstoff und Wasserstoff zu Kohlensäure und Wasser die einzigen Quellen der Wärmeerzeugung zu suchen sind, ist noch nicht vollständig ermittelt. Despretz und Dulong haben gefunden, dass durch diese Verbrennung nur $^9/_{10}$, selbst nur $^7/_{10}$ und sogar bei fleischfressenden Thieren nur die Hälfte der Wärme erzeugt werden könne, welche sich im Körper vorfände. Bei diesen Untersuchungen wurden jedoch die Zahlen benutzt, welche Lavoisier und Laplace für die Wärmemenge berechneten, welche bei der Verbrennung des Kohlenstoffs entstände. Neuere

Untersuchungen (Dulong, Hess, Grassi) haben jedoch andere Resultate gezeigt, und es scheint daher, dass die Verbrennung der beiden Gase mindestens zum grössten Grade ausreicht zur Erzeugung der gesammten Wärme (Liebig).

In dem Übergange von flüssigen zu festen Theilen.

256. Andere Wärmequellen im Körper sind wenigstens bis jetzt nur vermuthet worden. — Während aus dem flüssigen Blute feste Organe werden, wird zwar Wärme frei, aber diese Quelle kann nicht in Betracht kommen, da gleichzeitig feste Substanzen flüssig werden. — Alle Erscheinungen, welche unzweifelhaft darthun, dass Veränderungen im Zustande der Nerven auch auf die thierische Wärme einwirken, können theils auf die Bewegungen der Muskeln bezogen werden, theils auf die Störungen, welche Nervenaffectionen auf die Blutströmung hervorbringen, und man kann daher immerhin keinen directen Einfluss des Nervensystems auf Wärmeerzeugung daraus beweisen: — dahin gehören besonders die Wärmeabnahme nach der Durchschneidung der N. vagi, sowie die nach der Durchschneidung einzelner Nerven an den betroffenen Theilen.

In der Wirkung des Nervensystems.

257. Einige Versuche scheinen die directe Einwirkung des Gehirns und Rückenmarks auf die Entstehung der Wärme zu zeigen. a) Um zu beweisen, dass das Athmen und also der Zutritt des Sauerstoffs in die Lungen die Wärmeerzeugung nicht bedinge, unterband Brodie die Halsgefässe und schnitt sodann den Kopf an Säugethieren ab, blies Luft ein und bemerkte, dass, anstatt dass die Wärme unterhalten wurde, sie noch rascher abnahm. als bei einem getödteten Thiere, dem man keine Luft eingeblasen hatte, was auch Andere (Legallois. Krimer) bestätigen. b) Chossat schnitt das Gehirn vor der Brücke quer durch, das Athmen dauerte fort, aber die Wärme sank. Je höher er ferner das Rückenmark durchschnitt, desto mehr nahm die Wärme ab, so bei einer Durchschneidung unter dem siebenten Halswirbel nach drei Stunden um 6°,5, unter dem ersten Brustwirbel um

5°,8, unter dem letzten Brustwirbel um 0,4° R. — Die Beweiskraft dieser Versuche wird aber durch folgende Umstände sehr geschwächt: a) bei unverletzten Thieren, bei welchen man das künstliche Athmen durch Lufteinblasen anwendet, nimmt schon die Wärme ab (Williams). Das künstliche Athmen ersetzt also nicht vollständig das natürliche. Hauptsächlich aber b) kommt es nicht allein darauf an, dass Sauerstoff in die Lungen gebracht werde, sondern dass der Sauerstoff in die Capillargefässe eindringe, und dass er in den ganzen Körper übergeführt werde. Wenn daher auch das Athmen fortbesteht, der Herzschlag aber intensiv oder extensiv abnimmt, so leidet die Zuführung des Sauerstoffs zu den einzelnen Körpertheilen und damit auch die Bildung der Kohlensäure. Wird einem Thiere der Kopf abgeschnitten und das Athmen auch künstlich unterhalten, oder wird das Gehirn zerstört und bleibt die Respiration auch fortbestehen, so leiden, wie Versuche an Thieren lehren, die Circulation, und es ist daher nicht gerechtfertigt, eine Erscheinung unmittelbar von dem Nervensysteme abhängig zu machen, welche wahrscheinlich nur mittelbar davon ausgeht.

258. Die Bewegung der Muskeln an sich kann nicht die hauptsächliche Bedingung zur Entstehung von Wärme sein, weil damit nicht in Übereinstimmung zu bringen ist, dass lebhafte Fische und Amphibien, sowie manche wirbellose Thiere dennoch so unbedeutende Eigenwärme besitzen.

259. So wahrscheinlich auch die chemische oder Verbrennungstheorie zur Erklärung der thierischen Wärme ist, so lassen sich doch noch nicht überall die Erscheinungen erklären. Es lässt sich, z. B. nicht einsehen, wesshalb Insecten, welche häufig athmen und viel fressen, doch so wenig Eigenwärme besitzen. Jedoch darf man hierbei nicht ausser Acht lassen, dass, wo viele Insecten zusammen leben, daher die Wärmeentziehung der um-

gebenden Luft auf den einzelnen kleinen Körper des Insects nicht so einflussreich ist, eine bedeutend höhere Wärme, als bei nicht gesellig lebenden Insecten beobachtet worden ist. So in Bienenstöcken und Ameisenhaufen.

Verhältniss von Wärmeerzeugung und Nahrung.

260. Die Wärmeerzeugung scheint indess in einem gewissen Verhältnisse zu der Menge der Nahrung einerseits und der Aufnahme des Sauerstoffs andererseits zu stehen. Thiere, welche eine geringe Menge von Sauerstoff athmen, obwohl sie viel fressen, wie Fische, erzeugen wenig Wärme. Bei Amphibien, bei denen das Athembedürfniss geringer und die Scheidung des arteriellen und venösen Blutes nicht vollständig ist, ist ebenfalls die Wärme gering. In kalten Ländern und im Winter wird gewöhnlich mehr gegessen, als in warmen Ländern und im Sommer. (Doch nehmen Matrosen, welche nach kalten Gegenden fahren, nicht mehr Nahrung zu sich, als solche, welche nach warmen fahren. Scharling.) Beim Hunger nimmt die Wärme ab (Martine), und nach der Sättigung stellt sich ein deutliches Wärmegefühl ein. —

b) Bildung der Organe.

Wachsthum, 261—265.

261. Wenn in den Organen die Stoffaufnahme grösser ist, als die Zersetzung und die Entleerung, so nehmen sie natürlich an Masse zu und umgekehrt. Im gesunden Leben nimmt bis zu einem gewissen Alter der Körper zu, er wächst, — in dem darauf folgenden Alter verändert er sich unbedeutend, und endlich nimmt er ab.

262. Nach Quetelet ist das Gewicht des Körpers

	bei dem männlichen Geschlechte:		bei dem weiblichen Geschlechte:	
	in Kilogrammen.	in bürgerlichem Gewichte.	in Kilogrammen.	in bürgerlichem Gewichte.
nach der Geburt	3,20	6,8 Pfund	2,91	6,1 Pfund
im 1. Jahre . .	9,45	20,2 ,,	8,79	18,7 „
,, 3. ,, . .	12,47	26,5 ,,	11,79	25,2 „
,, 5. ,, . .	15,77	33,7 ,,	14,36	30,5 „
,, 7. ,, . .	19,10	40,8 ,,	17,54	37,3 „
,, 10. ,, . .	24,52	52,4 ,,	23,52	50 „
,, 20. ,, . .	60,06	127,9 ,,	52,28	111,3 „

	bei dem männlichen Geschlechte:		bei dem weiblichen Geschlechte:	
	in Kilogrammen.	in bürgerlichem Gewichte.	in Kilogrammen.	in bürgerlichem Gewichte.
im 30. Jahre . .	63,65	135,5 Pfund	54,33	115,7 Pfund
„ 40. „ . .	63,67	135,6 „	55,23	117,6 „
„ 50. „ . .	63,46	135,1 „	56,16	119,6 „
„ 60. „ . .	61,94	131,9 „	54,30	115,6 „
„ 70. „ . .	59,52	126,7 „	51,51	109,7 „
„ 80. „ . .	57,83	123,1 „	49,37	105,6 „
„ 90. „ . .	57,83	123,1 „	49,34	105 „

263. Hinsichtlich der Körperlänge ergiebt sich ein ähnliches Verhältniss. Bei beiden Geschlechtern geht das Wachsthum fort bis zum 30. Jahre, dann bleibt es stehen, und im 50. Jahre ist das Maass der Körperlänge geringer, als im 40. Jahre. Ein neugeborener Knabe misst ½ Meter (1 Meter = 3 Fuss 2 Zoll 2,8 Linien rheinländisches Mass), ein neugebornes Mädchen 0,49 Meter.

Im 5. Jahre	misst der männl. Körper	0,98;	der weibl.	0,97
„ 10. „	„	1,27	„	1,24
„ 20. „	„	1,67	„	1,572
„ 30. „	„	1,68	„	1,579
„ 40. „	„	1,68	„	1,579
„ 50. „	„	1,67	„	1,53
„ 60. „	„	1,63	„	1,516
„ 70. „	„	1,62	„	1,514
„ 80. „	„	1,61	„	1,506
„ 90. „	„	1,61	„	1,506

264. Diese Zahlen lehren, a) dass der menschliche Körper ungefähr bis in das 50. Jahr im Stande ist, nicht nur so viel, sondern noch mehr neuen Stoff zu bereiten, als die Zersetzung ihm entführt; b) dass diese Bildungskraft im ersten Lebensjahre am stärksten, dann aber in einer Abnahme begriffen ist. Während im ersten Jahre für den Körper ungefähr 12 Pfund acquirirt werden, gehen noch vier Jahre hin, bis die anderen 12 Pfund dem Körper zuwachsen. Von da an bis zum 30. Lebensjahre kommen ungefähr auf vier Jahre 17 Pfund. Bemerkenswerth bleibt, dass der Körper vom 10. bis 20. Jahre, in

welche Zeit die Pubertät fällt, beträchtlich mehr an Gewicht zunimmt, als das Doppelte der Gewichtszunahme vom 5. bis 10. Jahre beträgt; c) dass das Wachsthum hingegen in einer stets vermehrten Abnahme begriffen ist: von der Geburt bis zum 1. Jahre wächst der Mensch ungefähr $7\frac{1}{2}$ Zoll, vom 1. bis 5. Jahre nur 11 Zoll, also für das Jahr $1\frac{1}{5}$ Zoll, vom 5. bis 10. nur 10,9 Zoll, vom 10. bis 15. nur 10,3 Zoll, vom 15. bis 20. nur 4 bis 5 Zoll und vom 20. bis 30. Jahre noch nicht $\frac{1}{2}$ Zoll; d) dass das weibliche Geschlecht geringeres Körpergewicht und geringere Körperlänge als das männliche hat.

265. Dieselbe auf- und absteigende Bewegung zeigt auch im Allgemeinen, während des Lebens, das Gehirn, von dem ausgedehntere Untersuchungen vorliegen, wahrscheinlich aber alle Organe. Nach J. Reid wiegt das menschliche Gehirn (berechnet nach dem preussischen Medicinalgewichte)

in den Jahren	dem männlichen	dem weiblichen Geschlechte
1 — 5	42 ℥ 33 gr.	
5 — 7	47 „ 25 „	
7 — 10	49 „ 126 „	
10 — 13	52 „ 15 „	
13 — 16	51 „ 53 „	
16 — 20	56 „ 350 „	48 ℥ 158 gr.
20 — 30	54 „ 214 „	48 „ 63 „
30 — 40	56 „ 147 „	46 „ 448 „
40 — 50	52 „ 408 „	48 „ 63 „
50 — 60	53 „ 216 „	
60 — 70	54 „ 23 „	46 „ 257 „
70 u. weiter	51 „ 282 „	41 „ 232 „

Im weiblichen Geschlechte wiegt zwischen 25 und 55 J.

	im Mittel:		im männlichen.
das Herz . . .	9 ℥ 275 gr.	—	11 ℥ 400 gr.
die Leber . .	48 „ 158 „	—	56 „ 436 „
die rechte Niere	4 „ 341 „	—	6 „ 119 „
die linke Niere	5 „ 280 „	—	6 „ 406 „

Stoffwechsel. 266—292

266. Unabhängig von diesen Veränderungen hinsichtlich der Zu- und Abnahme während des ganzen Lebens verliert der Körper täglich durch seine Ausleerungen eine bestimmte Stoffmenge, im mittleren Lebensalter 5 Pfund und mehr. Täglich nimmt er dasselbe Quantum durch Nahrung zu sich. In dem Zeitraume zwischen dem 30. und 50. Jahre ändert sich das Körpergewicht nach den Versuchen von Sanctorius, Keill, Dodart, Dalton, Valentin innerhalb eines Tages so gut wie gar nicht. Die Zufuhr deckt vollkommen die Ausleerungen.

Die Zufuhr besteht in den Nahrungsmitteln und der eingeathmeten Luft. Die Ausleerungen sind Urin, Hautausdünstung, ausgeathmete Luft, Epidermis, Epithelien und Koth.

Ein Theil der Nahrungsmittel und der eingeathmeten Luft geht unverandert wieder aus dem Körper heraus, ein anderer Theil hingegen wechselt seine Form, d. h. seine Elemente kommen in andere Verbindungen und diese werden ausgeführt. So geht z. B. beim gesunden Menschen das genossene Eiweiss nicht aus dem Körper als solches, aber wohl seine Elemente: der Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel, jedoch in neuen Formen, z. B. als Harnstoff, als Schwefelsäure, Schwefelwasserstoff u. s. w.

Manche Theile der Nahrungsmittel werden vom Magensafte nicht gelöst, wie Hülsen u. s. w., andere gehen durch schnellere Bewegung in den Verdauungsorganen oder aus anderen Zufälligkeiten unverdaut mit dem Kothe ab. Obgleich sich die genossenen Salze oder Erden ohne Veränderung im Urine und Kothe wieder finden; und Wasser als solches wieder abgeht, so ist doch keineswegs nachgewiesen, ob nicht zum Theil diese Salze und das Wasser andere Verbindungen eingehen, ja es ist sogar sehr wahrscheinlich, dass das Kochsalz dem Körper das Natron liefert, dass schwefelsaure Salze, z. B. Glaubersalz, im Darmcanale Schwefelwasserstoff bilden helfen, dass das

Wasser im Körper sich in seine Elemente zerlegt und zur Erzeugung von Ammoniak-Verbindungen beiträgt.

267. Der erste Formenwechsel im Körper ist die Umwandlung von Nahrung in Blut. Der Unterschied von beiden (s. No. 170) besteht in Folgendem: a) Im Blute ist nur der Theil der Nahrung enthalten, welcher nach den Einwirkungen des Magensaftes, der Galle und der pankreatischen Flüssigkeit so gelöst ist, dass er durch die Wände der Milchgefässe durchdringen kann; b) das Blut enthält weniger stickstofflose Substanz (Fett), als die Speisen, nämlich nur etwa $1/5$ bis $3/5\%$, und das Verhältniss der stickstofflosen zu den stickstoffhaltigen Substanzen ist im Blute (wenn man bloss das Fett rechnet und die sogenannten Extractivstoffe ganz ausser Acht lässt) ungefähr = 1 : 93 bis höchstens 1 : 34, in den Speisen hingegen beträgt die stickstoffhaltige Substanz (Stärkemehl, Zucker, Fett) 4 bis 8%, und das Verhältniss des letzteren zur ersteren ist ungefähr = 2,4 bis 4 : 1. Diese Erscheinung lasst sich durch die Annahme deuten, dass das Fett zwar aus der Nahrung (Chylus) ins Blut übergeht, aber sehr rasch (s. No. 268) wieder aus demselben entfernt wird; c) das Blut enthält geformte, regelmässige Kügelchen, welche roth gefärbt sind.

268. Der zweite Formenwechsel im Körper ist die Umwandlung von Blut in abgesonderte Flüssigkeit und in Organe. a) Da sich immer neues Blut bildet, so muss das vorhandene vergehen. Zur Bildung von neuem Blut wird der Körper durch den Trieb des Hungers gedrängt. — b) Im Blute selbst finden sich schon Stoffe, welche in den abgesonderten Flüssigkeiten vorkommen. Wenn Thieren die beiden Nieren exstirpirt werden, so findet sich im Blute Harnstoff (Prevost und Dumas) und Harnsäure (nach Strahl und Lieberkühn), welche Stoffe auch im gesunden Blute in kleiner Menge immer vorzukommen scheinen.

Es würde sich wahrscheinlich eine grössere Menge Harnstoff im Blute nachweisen lassen, wenn nicht derselbe unaufhörlich in den Nieren abgesetzt würde. Obwohl andere auszuscheidende Stoffe, z. B. Harnsäure, Bilin u. s. w., im Blute noch nicht nachgewiesen sind, so geht doch aus jener Beobachtung hervor, dass im Blute selbst Zersetzungsproducte vorkommen.

269. Man stellt sich vor, dass unaufhörlich aus dem Blute die einzelnen Körpertheile homogenen Stoff an sich ziehen, diesen in eine homogene Form verwandeln, und wieder dafür anderen Stoff, welcher sich zersetzt hat und flüssig geworden ist, an das Blut zurückgeben. Obwohl diese Annahme durch keine directe Beobachtung gestützt ist, so hat sie doch eine grosse Wahrscheinlichkeit. Diesen Vorgang nennt man Stoffwechsel.

270. Die Beweise desselben sind ungefähr folgende: a) das Wachsthum, b) Regeneration, c) verschiedene Entwickelungsstufen der anatomischen Elemente mancher Organe, d) Abnahme der Theile durch Nahrungs- und Blutmangel, e) Zunahme zugleich mit Blutzunahme. Beweise des Stoffwechsels, 270—291.

271. a) Es ist unwahrscheinlich, dass während des Wachsthums die Fasern oder Zellen, aus denen die Organe bestehen, nicht wirklich zunehmen, sondern sich bloss ausdehnen oder nur reicher an Blutgefässen werden, da im erstern Falle die anderen Dimensionen der Gewebe abnehmen müssten, im zweiten die Blutgefässe ohne Verhältniss zunehmen müssten, was durch die Erfahrung nicht nachgewiesen ist.

272. b) Es ist eine alte Erfahrung, dass verloren gegangene Theile eines Organs und selbst ganze Organe sich wieder ersetzen können (Reaumur, O. F. Müller, Bonnet, Tremhley, Spallanzani u. A.). Die erstere Erscheinung heisst Regeneration, die zweite Reproduction.

Im menschlichen Körper giebt es nur noch wenige Theile, welche verloren gehen können und sich von Neuem

ergänzen oder regeneriren. Ein Ersatz vollständiger Organe (Reproduction) findet hingegen bei den warmblütigen Wirbelthieren nicht Statt. Aber unter den Amphibien erzeugen Salamander den abgeschnittenen Schwanz und die Beine wieder, Froschlarven (selten) die Beine. Tritonlarven die Kiemen, Eidechsen den Schwanz, aber ohne Verknöcherung der Wirbel. Sogar reproduciren sich Theile des Auges, Hornhaut, Iris, Linse bei Salamandern, wenn der Sehnerve noch unverletzt geblieben ist. — Bei Fischen reproduciren sich die Flossen. — Bei Schnecken reproducirt sich der grösste Theil des Kopfes, wenn das Schlundnervenganglion unverletzt geblieben ist; bei Krebsen die Scheeren; bei den Naiden unter den Ringelwürmern aus jedem Querschnitte, bei Polypen aus jedem Stücke ein ganzer Körper.

Die Regeneration beschränkt sich bei Menschen auf folgende Theile: a) Epidermoidalgebilde, Epidermis, Epithelium, Nägel, so lange die Matrix unversehrt geblieben ist, Haare, so lange der Haarbalg noch besteht. (Ungewiss hingegen ist die Verpflanzung ausgerissener Haare.) — Zuweilen gelingt die Einheilung von Zahnen. b) Krystalllinse; sie regenerirt sich, wenn die Linsenkapsel noch vorhanden ist, bei Thieren und Menschen (Sömmering, Textor, Valentin). c) Knochen. Ihre Regeneration wurde an Knochenbrüchen studirt. Zwischen Beinhaut und dem zerbrochenen Knochen, in der Markhöhle und in den umgebenden Weichtheilen bildet sich Ausschwitzung von Blutflüssigkeit. Die in den Weichtheilen nimmt keine besondere Organisation an, wohl aber jene am Knochen selbst. — Zwischen den Knochenenden bilden sich Knorpelzellen, Markkanäle und Knochenkörperchen. Die zwischen Beinhaut und Knochen vorhandene Ausschwitzung besteht aus einer körnigen Masse. Die Knochenerzeugung zwischen den Bruchenden schreitet so fort, dass sich um die Bruchenden eine breite Kapsel (der primitive oder provisorische Callus) bildet. — Überall aber beginnt die

Knochenbildung nicht vom Periost, sondern vom Knochen selbst (Miescher). d) Peripherische Nerven. Sie regeneriren sich vollständig, selbst wenn grosse Stücke ausgeschnitten sind. Die Fasern erhalten ihre frühere Structur, ihre Empfindung und ihren Einfluss auf Bewegung wieder. — Es erzeugt sich auch hier erst Exsudat, in welchem sich dann anfangs schmale (Nasse) Fasern bilden (Steinrück, Nasse u. A.). — Nach den Beobachtungen von Bidder war es nicht möglich, den empfindenden Zungennerven (lingualis nervi trigemini) mit dem bewegenden (hypoglossus) zusammenzuheilen. e) Zähne (?). Bei alten Leuten entstehen zuweilen Zähne nach dem Ausfallen wieder. Es fragt sich aber, ob diese Neubildung von Zähnen für eine Regeneration anzusehen sei. f) Gefässe. Nach Unterbindung und Unwegsamkeit oder nach einer stärkeren Verletzung der Gefässe gerinnt von der abnormen Stelle an bis zum Abgange eines grösseren Astes das Blut in dem Gefässe zu einem Pfropfe (thrombus), es entsteht Ausschwitzung an den Wänden, es bildet sich in dem Gefässstücke eine bandartige, aus Zellgewebsfasern bestehende Masse, welche die Obliteration bewirkt. Jenseits des obliterirten Gefässes bilden sich neue Gefässe, oder Capillargefässe wandeln sich in grössere um, um die Circulation wiederherzustellen. Auch in krankhaft neuentstandenen Membranen können sich Haargefässe bilden. g) Häute, Drüsen und Muskeln, Knorpel, Sehnen hingegen regeneriren sich nicht; — auch wahrscheinlich nicht die Centraltheile des Nervensystems. — Die verloren gegangenen Stücke werden durch Bindegewebe ersetzt (Thaetz, Ammon, Salzmann).

Obwohl es sehr wahrscheinlich ist, dass Theile, welche sich regeneriren, auch im gesunden Zustande Stoff beständig anziehen und abgeben, so darf man aus dem Mangel an Regenerationsvermögen nicht auf den mangelnden Stoffwechsel schliessen, da dies nicht von dem Organe, sondern von dem Thiere abhängig ist.

Verschiedene Entwickelungsstufen der Gewebe.

273. c) In verschiedenen Körpertheilen finden sich mancherlei Formen derselben Elementartheile neben einander, welche auf Entwickelungsstufen und einen Umlauf in den Ernährungserscheinungen hinzudeuten scheinen. α) Im Blute kommen farblose, blässer und stärker gefarbte, grössere und kleinere Kügelchen vor. Bei Stockungen des Blutes in den Capillargefässen sieht man die Zahl der hellen Körperchen zu-, der rötheren abnehmen. Zuweilen findet man bei Thieren ungeformte, gezackte Blutkörperchen neben den normalen. Beim Faulen, im Darme der Blutegel, zerfallen sie in eine körnige Masse. In Krankheiten ist sogar ihr Übergang in Pigment und Krystalle beobachtet worden. β) In den Nerven kommen schmälere und breitere Fasern vor, jene fast inhaltlos, diese mit öligem Inhalte. Nach H. Nasse und Günther sind die sich regenerirenden Nervenfasern im Anfange schmal. γ) In den Knorpeln finden sich kleinere und grössere Zellen, welche andere Zellen wieder in sich tragen (s. Fig. 28). Nichtsdestoweniger lässt sich aus diesen Beobachtungen, mit Ausnahme derer von dem Blute, noch nicht der Stoffwechsel strict beweisen, da man nicht weiss, ob die genannten Formen nur Entwickelungsstufen, oder verschiedene Species sind.

Stoffwechsel in den gefässlosen Organen. Epithelien.

274. Epidermis, Epithelium, Nägel, Haare und ähnliche Gebilde, sowie die Krystalllinse im Auge zeigen aber allerdings verschiedene Entwickelungsstufen, so dass man bei ihnen von jüngeren und älteren Schichten sprechen kann. — Die dem Corium zunächst liegenden Epidermiszellen (rete Malpighii) sind rund oder oval, weich, haben einen deutlichen Kern in der Mitte, sind kleiner und haften inniger an einander. Die oberflächlichen hingegen hängen nur lose an einander, sind grösser, hornartig, ohne Kern oder mit undeutlichem Kerne und sind nichts weniger als von regelmassiger Gestalt. Da sich die oberflachlichen Zellen immer abschuppen und die Epidermis dieselbe bleibt, so müssen auf dem Corium immer neue Zellen sich

bilden und dadurch die darüber liegenden nach aussen drängen. — Auch die Epithelien der Schleimhäute schuppen sich ab, das Ausgeräusperte, der Mundspeichel, die Excremente, der Nasenschleim enthalten Epithelien. Auf derselben Schleimhautfläche, z. B. der vorderen Mundhöhle und der Zunge, erscheinen Epithelien, welche schärfer begränzt, zuweilen deutlich fünf- oder sechseckig, und andere, welche unregelmässig sind; bald ist der Kern deutlicher, bald weniger deutlich; doch niemals verhornen sie, wie die Schuppen der Epidermis (Fig. 23).

Nägel

275. Die Nägel bestehen aus Schichten (Fig. 24), welche auf und hinter einander liegen und ihre Matrix theils hinten in der Falte des Corium, theils auf der breiten Nagelfläche haben (Lauth). Sie wachsen so, dass eine hinterste Schicht an der Falte sich immer von Neuem bildet und die davor liegende fortdrängt. Ein Fleck auf dem Nagel schreitet daher immer weiter nach vorn.

Haar

276. Die Haare bilden sich in dem sogenannten Haarbalg oder Haarsäckchen, einem länglichen Säckchen des Corium, in welches die Epidermis hineinreicht. In demselben ist der breite Theil des Haares, seine Wurzel, befestigt, welcher von der Epidermis noch einen Überzug erhält (Scheide). Indem sich im Säckchen immer neue Haarmasse bildet, wird die entstandene vorwärts geschoben (Fig. 25).

Krystall-Linse.

277. Die Krystall-Linse bildet sich von der Linsenkapsel, welche ebenso Zellen erzeugt, wie das Corium die Epidermiszellen. Diese Zellen schwimmen frei im Liquor Morgagnii. In der Linse selbst aber verwandeln sich die Zellen, indem sie mit einander verschmelzen (Schwann, E. H. Weber), in helle, geradlinige Fasern, deren Stellung man aus Fig. 26 erkennt.

Arten des Wachsthums.

278. Man nennt diese Art des Wachsthums gefässloser Theile durch Schichten: das Wachsen durch appositio und stellt ihm die andere Art entgegen, bei welcher alle Organtheile gleichsam von innen heraus wachsen, durch intus-

susceptio. Zu den Theilen, welche durch appositio wachsen, gehört auch der knöcherne Theil des Zahnes. Der Zahnkeim ist die Matrix, welche, ähnlich wie die der Nagelfläche, vom Nagel, so von dem unempfindlichen und gefässlosen Zahne überwachsen wird. Die so wachsenden Theile scheinen in ihrem Wachsthume nur durch äussere Umstände beschränkt, nicht durch ihre Organisation, wie die Theile sind, welche durch intussusceptio wachsen. Der Haar-, der Nagel-Wuchs hat keine bestimmte Begränzung, die Krystall-Linse wird durch ihre Einhüllung beschränkt, die Epidermis schilfert sich ab. Ebenso schleifen sich die Zähne gegenseitig ab, und wo durch Verschiebung der Knochen dies nicht mehr möglich ist, da wachsen sie unbeschränkt, wie man dies wiederholt bei Thieren beobachtet hat.

Wachsen der Knochen.

279. An die erste Art des Wachsthums (durch appositio) schliesst sich zunächst das Wachsen der Knochen an. Wenn um den Knochen eines lebenden Thieres ein Metallring gelegt wird, so bleibt er nicht an der Peripherie, sondern umgiebt zuletzt das Knochenmark (Duhamel, Flourens). Die Knochen wachsen am meisten an der Oberfläche, und von der Markhöhle aus werden sie wieder resorbirt (E. H. Weber). Ihr Wachsthum geht aber nicht etwa von der Beinhaut aus, sondern von den Gefässen, welche in den kleinen Kanälchen verbreitet sind, welche die Knochen durchziehen (Markkanälchen, Fig. 27), von denen in den Röhrenknochen die mittlere Markhöhle der grösste Kanal ist, in den die übrigen münden.

280. Obwohl nun im Knochen an der Oberflache das stärkste Wachsen vor sich geht, so erfolgt es doch auch im ganzen Umfange. — Ein ganz ähnliches Verhalten zeigt sich nach dem Füttern mit Färberröthe. Bei Tauben, welche nicht älter als 14 Tage sind, werden die Knochen rasch roth, wenn man sie mit Färberröthe füttert. Diese Röthe ist zwar über den ganzen Knochen verbreitet (Morand, Duhamel), aber die Oberfläche ist am stärk-

sten gefärbt. Wird die Fütterung dieser Art ausgesetzt und nach einiger Zeit wieder von Neuem angefangen, so kann man die Spuren der früheren Färbung und die der letzten unterscheiden, und es hat den Anschein, als ob verschiedene Schichten roth gefärbter Knochen vorhanden seien (Flourens); was jedoch nicht sicher nachgewiesen ist.

281. Wenn man, was allerdings wahrscheinlich ist, annehmen dürfte, dass das Wachsthum auf ähnliche Weise vor sich ginge, wie das erste Entstehen der Organe, so geschähe dies durch Bildung von Zellen (Schwann). Die Zelle als das organische Bildungselement, das erste Product des Bildungsstoffes, des Blastem's oder Cytoblastem's, zeichnet sich durch ihren Nucleus oder Cytoblast aus, der häufig das Ursprüngliche zu sein scheint. Die Blut-, Lymph-, Chyluskörperchen sind einfache Zellen, welche lose, ohne mit einander verbunden zu sein, neben einander liegen. In der Oberhaut der verschiedenen Membranen liegen sie dichter neben einander und nehmen, wie auf der Cutis der Schleimhaut des Mundes, der Blase u. s. w., mehr oder weniger sechseckige (Pflasterepithelium, Fig. 23), oder conische (Cylinderepithelium, Fig. 23 b, vorzüglich auf der Darmschleimhaut) Form an. — Jede Zelle scheint ihren gesetzmässigen, selbstständigen Entwickelungsgang zu haben. Unter den niedern Thierformen scheint es Zellen mit Eigenleben (so bei Gregarinen, den Hydren: Kölliker, Vogt, Ecker u. s. w.) zu geben, was bei höheren Thieren nicht beobachtet ist. Alle Organe sind in ihrem ersten Zustande aus solchen Zellen zusammengesetzt (Schwann), und indem diese sich auf verschiedene Weise vermehren und vergrössern, entstehen die verschiedenen Elementartheile. Das Wachsen der Zellen ist, wie gesagt, bei einigen Organen mit keiner (Blutkörperchen u. s. w.) oder nur sehr geringer Veränderung derselben verbunden, so bei den eigentlichen Epithelien, bei anderen entstehen merkwürdiger Weise

Zellenbildung.

Zellen in Zellen, eine, jedoch auf wenige Generationen beschränkte, Art von Einschachtelung, so bei dem Knorpel (Fig. 28); bei noch anderen entstehen Fasern, welche bald mehr bald weniger noch die Zellennatur erkennen lassen: dahin gehören die Haare, Muskeln, Nerven, Häute u. s. w. Selbst in krankhaften Neubildungen erscheinen die Zellen wieder in einfacher Form, sowie in Fasern umgewandelt.

282. d) Versuche an hungernden Thieren (von Haller, Blundell, Piorry, Chossat, Boussingault, Marchand u. A.) lehrten die betrachtliche Abnahme des Blutes, und durch die gemachten genaueren Bestimmungen von Chossat ergab sich, dass das Blut 75% seiner normalen Quantität verliert, das Fett 93, die Milz 71, das Pancreas 64, die Leber 52, das Herz 44, die Därme und äusseren Muskeln 42, der Magen 39, der Pharynx und Oesophagus 34, die Haut 33, die Nieren 31, die Athmungswerkzeuge 22, die Knochen 16, die Augen 10, das Nervensystem 1 Procent verlieren. Die auffallende Erscheinung, dass das Nervensystem hungernder Thiere so wenig Stoff einbüsst, liefert nicht nothwendig einen Beweis, dass der Stoffwechsel im Nervensystem sehr unbedeutend ist, sondern kann auch dahin erklärt werden, dass das Nervensystem in seiner Fahigkeit, sich aus dem Blute zu ergänzen, alle übrigen Organe übertrifft und daher so lange in seiner Integrität bleibt, bis der grösste Theil vom Fette und Blute aufgezehrt ist. Wenn dem Körper die Nahrung entzogen wird, erfolgt der Tod bei Säugethieren schon, nachdem $1/3$ bis $2/5$ des Körpergewichts aufgezehrt ist (Chossat). Nach dieser Berechnung würde ein erwachsener Mensch von 130 Pfund nach Verlust von 46 bis 52 Pfund Hungers sterben.

Im Mittel verliert ein Säugethier täglich $1/25$ seines Körpergewichts, wenn es hungert (Chossat); — auf den Menschen angewendet, würde er taglich etwa 5 Pfund verlieren und nach 9 bis 10 Tagen sterben

müssen. — Dies ist auch die gangbare ältere Annahme (Burdach).

283. c) Im schwangeren Uterus nehmen die Muskelfasern und die Blutmenge zu.

284. Wenn sich die Organe immer neu bilden vermittelst des Blutes, so muss auch aus ihnen ein Rückfluss verbrauchten und aufgelösten Stoffes ins Blut nothwendig Statt finden. Zersetzung.

285. Bei hungernden Menschen und Thieren wird noch Urin entleert und Kohlensäure exspirirt, und Frösche athmen Kohlensäure aus, selbst wenn sie keinen Sauerstoff einathmen (J. Müller). Lassaigne fand Harnstoff in dem Urine eines Wahnsinnigen, welcher vierzehn Tage gehungert hatte. Lehmann entdeckte in seinem Urine Harnstoff, welcher eine stickstoffhaltige Substanz ist, obwohl er in drei Tagen eine ganz stickstofflose Kost genossen hatte; ebenso Marchand bei Thieren. Frerichs fand, dass, wenn Hunde hungern, sie ebensoviel Harnstoff entleeren, als wenn sie eine stickstofflose Nahrung erhalten. Hungernde Amphibien entleeren noch Harnsäure, wenn sie mehrere Monate gehungert haben (J. Müller). Bei hungernden Fröschen wird bis zum Tode Kohlensäure entleert (Marchand).

Weder die entleerte Harnstoff-, noch die Kohlensäure-Menge erreichen hingegen das normale Quantum bei hungernden Thieren (Lehmann, Marchand).

Die Zersetzung ist also eine dem Thierkörper primär zukommende Eigenschaft; sie wird vermehrt, wenn Nahrung in den Körper kommt und verdaut wird.

286. Es ist unermittelt, ob aus Blutbestandtheilen, welche noch nicht dazu gedient haben, Organe zu bilden, doch schon Stoffe, welche zur Ausleerung bestimmt sind, zum Theil entstehen, oder ob erst alles Blut zur Bildung von Organen benutzt wird. — Ersteres ist wahrscheinlich, a) weil manche Menschen mit einer überaus geringen Menge stickstoffhaltiger Substanzen einen sehr gesunden, kräf-

tigen Körper haben, b) weil durch Gewohnheit eine sehr beträchtliche Quantitäts-Änderung möglich ist. c) Bei Fleischdiät wird mehr Harnstoff entleert, als bei aus Fleisch- und Pflanzennahrung gemischter, bei dieser mehr, als bei bloss vegetabilischer, und endlich bei letzterer mehr, als bei bloss stickstoffloser Kost. Es ist aber nicht glaublich, dass die Bewegungen, durch welche die Zersetzung und Assimilation von Statten gehen können, so vielen Zufalligkeiten und Schwankungen unterworfen seien.

Theorie über den chemischen Hergang der Ernährung.

287. Liebig und Dumas haben die wahrscheinliche Vermuthung aufgestellt, dass die stickstofflosen Nahrungsmittel im Körper hauptsächlich zur Bereitung des Fettes, vgl. No. 122, und der Galle verwendet werden, dass aus ihnen die ausgeathmete Kohlensäure insofern hervorgehe, als sich ihr Kohlenstoff, woran sie sehr reich sind, mit dem eingeathmeten und im Blute verbreiteten Sauerstoff verbände. Sie haben sie desshalb Respirationsmittel genannt. Die stickstoffhaltigen Körper hingegen sollen wesentlich unverändert aus der Nahrung ins Blut übergehen. Sie seien die Producenten der wesentlichen Bestandtheile der stickstoffhaltigen Excretionen, namentlich des Urins. — Diese Theorie ist zwar nicht bewiesen, namentlich kennt man die Bedingungen der Erscheinungen gar nicht, dennoch ist die Theorie ausserordentlich ansprechend und wahrscheinlich. Es ist ihr nicht entgegen, wenn man annimmt, dass das Fett, bevor es zur exspirirten Kohlensäure verwandt wird, erst Bestandtheile gewisser Organtheile, zu denen es wesentlich gehört, z. B. der Nerven, bilde. — Das Menschenfett ist zusammengesetzt aus 79% Kohlenstoff, 11% Wasserstoff und 9% Sauerstoff.

Wahl der Nahrungsmittel.

288. Zur Erhaltung des Körpers ist es nicht gleichgültig, welcherlei Nahrungsmittel ihm geboten werden. Durch Versuche ist nachgewiesen, dass Thiere, welche bloss stickstofflose Substanzen, oder bloss stickstoffhaltige bekommen, ihr Leben nicht erhalten können. Hunde, welche bloss mit Zucker gefüttert wurden, waren in der

ersten Woche munter und die Kost schien ihnen zu bekommen. In der zweiten Woche wurden sie magerer, verloren ihre Munterkeit, obwohl sie noch frassen; die Erscheinungen der Ermattung und Abmagerung nahmen in der dritten Woche immer mehr zu, die Esslust verging, es entstanden Geschwüre auf der Cornea, der Tod erfolgte am 30. bis 32. Tage. Nach dem Tode fand man alles Fett aufgezehrt, die Muskeln hatten $^5/_6$ ihres gewohnlichen Gewichts verloren. Die Gallen- und Harnblase fand man angefüllt mit Galle und Urin, der letztere reagirte, wie bei Pflanzenfressern, alkalisch und enthielt keine Harnsaure (vergl. dagegen No. 285) und keine phosphorsauren Salze (Magendie). Ebenso starben Hunde, welche bloss mit Olivenöl gefüttert wurden, ohne dass jedoch Geschwüre auf der Hornhaut entstanden waren, und ebenso, wenn sie mit Gummi oder Butter gefuttert wurden (Magendie). Ferner sterben Thiere, welche mit reinem Eiweiss, mit reinem Faserstoff, Leim, gefüttert werden (Tiedemann und Gmelin, Magendie). Alle diese Thiere sterben in derselben Zeit, als wenn sie keine Nahrung erhalten hätten. — Es darf vielmehr in einer ausreichenden Nahrung kein Stoff fehlen, welcher im Körper vorkommt, wenn nicht ein anderer in einen solchen umgewandelt werden kann.

Hingegen ist eine sehr geringe Menge einer stickstoffhaltigen Substanz, der grösseren Menge stickstoffloser zugesetzt, im Stande, das Leben zu erhalten. Hunde leben Monate lang, wenn sie bloss Kartoffeln erhalten, so wenig Stickstoff diese auch führen (Boussingault), oder wenn sie Fett bekommen, welches noch in den zelligen Umgebungen befindlich ist (Magendie).

289. Zu den eben angeführten Versuchen sind hinsichtlich ihrer Beurtheilung noch einige Bemerkungen zu machen: a) Es ist auffallend, dass die mit Zucker gefütterten Thiere eine Woche lang munter waren und nicht krank zu sein schienen. b) Durch wiederholte Erfah-

rungen hat es sich gezeigt, dass einförmige Kost schädlich ist. Der englische Arzt W. Stark ass 45 Tage lang bloss Brod und Wasser, und zwar vom Brode in den ersten 12 Tagen nur 20, in den folgenden 25 Tagen 30, in den letzten 8 Tagen 38 Unzen, nahm dabei 8 Pfund an Körpergewicht ab. Sodann ass er vier Wochen Brod und Zucker, dann 3 Wochen Brod und Baumöl. Nach 8 Monaten starb er (K. F. Burdach). — Wenn Kaninchen den einen Tag Kartoffeln, den andern Gerste erhalten, so bleiben sie am Leben und nehmen zu, erhalten sie bloss Kartoffeln oder bloss Gerste, so sterben sie bei ersterer Nahrung früher, bei letzterer später (E. Burdach). — Kaninchen sterben in der Regel bei einförmiger Nahrung (Magendie). Die Ursache kann nur darin liegen, dass in einförmiger Nahrung einzelne Stoffe fehlen, welche der Körper für die Dauer nicht entbehren kann. Magendie fand, dass ein Hahn mit blosser Fütterung von Reiss gedieh. — Viele Thiere, besonders niedere, geniessen stets dieselbe Nahrung. — c) Eine wahrscheinlich wichtige Rücksicht verdient der Gehalt von unorganischen Substanzen in den einzelnen Speisen.

290. Thiere sterben, denen in ihrer Nahrung die anorganischen Blutbestandtheile (s. No. 152) entzogen werden. So sah Chossat, dass Tauben nach 7 bis 8 Monaten starben, wenn ihnen der phosphorsaure Kalk aus ihrer Nahrung entzogen war, zugleich stellten sich Diarrhöen ein, und die Knochensubstanz wurde so verdünnt, dass die Extremitäten brachen.

291. Der alleinige Genuss von erdigen Substanzen kann natürlich nicht nähren. Die sogenannten Erdesser am Orinoko und in Neuschottland vermischen organische Substanzen mit Erde, um ihren Hunger durch Anfüllung des Magens zu stillen.

Endosmose. 292. Wenn zwei Flüssigkeiten, welche sich mit einander mischen lassen, z. B. zwei Lösungen verschiedener

Salze oder Salzwasser und Wasser u. s. w., in denselben Behälter gebracht, jedoch durch eine Membran oder eine andere poröse Substanz geschieden sind, so vermischen sich durch die poröse Substanz hindurch beide Flüssigkeiten gegenseitig. Eine solche Vermischung nennt man Endosmose. Stellt man z. B. in einen unten verschlossenen, mit destillirtem Wasser bis zu einer bestimmten Höhe gefüllten Cylinder einen zweiten unten offenen und mit einer Membran zugebundenen, der mit einer concentrirten Kochsalzlösung gefüllt ist, so verliert das Salzwasser an Concentration und das destillirte Wasser wird salzig. War statt des destillirten Wassers eine Lösung von salzsaurem Eisenoxyd, und statt des Salzwassers eine Lösung von Kaliumeisencyanür genommen worden, beides gelblich gefärbte Flüssigkeiten, so entstehen blaue Farben in beiden, durch den gegenseitigen Übergang und die Vermischung bewirkt. — Eine solche Erscheinung muss auch Statt finden zwischen den Flüssigkeiten im Magen und dem Blute der Magengefässe, zwischen welchen die permeable Wandung der Haargefässe die Scheidewand bildet, — eben so im Darme, ja in allen Organen des Körpers. — Nach der Qualität und Concentration der Flüssigkeiten, welche sich mischen, nach der Dicke und der Beschaffenheit der Scheidewand, nach dem Drucke, unter welchen sie stehen, nach der Temperatur u. s. w., variiren die Erscheinungen der Endosmose sehr. Die Thatsachen, welche auf den menschlichen Organismus Anwendung finden, sind noch wenig zahlreich. Je ausgedehnter und dünner die Scheidewand, desto leichter ist die Vermischung. Je gleichartiger die beiden Flüssigkeiten sind, desto weniger vermischen sie sich. Ist die eine der Flüssigkeiten eine Lösung von Salzen oder organischen Stoffen, die andere Wasser, so geht mehr von dem letzteren zur ersteren, als umgekehrt. Bei Säuren hingegen ist es umgekehrt. Glaubersalzlösung geht noch langsamer zum Wasser über, als Kochsalzlösung oder Zuckerlösung

oder Alkohol. Je concentrirter eine Flüssigkeit ist, desto schwerer geht sie durch die Scheidewand.

c) Die abgesonderten Flüssigkeiten.

Zersetzung und Rückbildung. 293. Die nothwendige Folge der Neubildung von Organen ist, wie schon gesagt, dass diese zum Theil wieder aufgelöst werden müssen. — Diese Lösung von zersetztem Stoffe kann aber nicht allein sich auf die im engeren Sinne so genannten Organe beschränken, sondern muss auch im Blute selbst Statt finden. — Bis jetzt aber ist durchaus nicht bekannt, was von den zersetzten Flüssigkeiten, die man ja überhaupt ihrer specielleren Entstehung nach gar nicht kennt, von dem Blute und was von den Organtheilen herrührt.

Secreta. Excreta. 294. Aus den meisten Drüsen fliessen, vermittelst ihrer Ausführungsgänge, Flüssigkeiten aus, welche die Secreta und Excreta ausmachen. Zu ihnen gehören Urin, Schweiss, Thränen, Speichel u. s. w. Ob dieselben nur die verflüssigten Drüsentheilchen sind, ob sie Producte anderer zersetzter Organtheile sind, ob sie neue Bildungen aus dem Blute sind, — alles dies ist nicht durch Erfahrungen festgestellt. Nur vom Harnstoffe des Urins weiss man, dass er im Blute schon präexistirt.

Resorption. 295. Die Flüssigkeiten, welche im Körper ausserhalb der Blutgefässe, der Lymphgefässe, der Kanälchen und Ausführungsgänge in den Absonderungsorganen vorkommen, also zwischen diesen Kanälen, ferner in dem Magen, Dünndarm u. s. w., können wieder ins Blut aufgenommen werden; dies geschieht sogar von den Kanälen der Absonderungsorgane selbst, wenn der Ausführungsgang verstopft ist. — Der Process, durch welchen die Aufnahme von Flüssigkeit in's Blut erfolgt, heisst die Resorption, Absorption oder Einsaugung.

296. Im normalen Zustande wird der Darminhalt vermittelst der Chylusgefässe resorbirt, ferner verschwinden

die Glandula thymus, die Zahnsäckchen für die Milchzähne durch Resorption, die Producte der zersetzten Organe kommen in's Blut u. s. w. In kranken Zuständen giebt es der Beispiele noch mehr. Bei Verstopfung des Ductus choledochus wird der Gallenfarbestoff in's Blut aufgenommen und färbt die äussere Haut und andere Theile gelb. Geschwülste, kranke Knochen werden resorbirt u. s. w. Kurz, es ist fast mit jedem Lebensacte Resorption verbunden.

297. Bei der Aufsaugung wählt der Körper nicht etwa instinctartig das, was ihm zusagt, vielmehr wird Alles aufgenommen, was die Wände der betroffenen Gefässe zu durchdringen vermag. Stoffe, welche durchaus nicht nährend sind, werden dennoch mit dem Chylus in's Blut geführt; Gifte werden aufgenommen u. s. w. Man hatte früherhin geglaubt, dass die rasch wirkenden Gifte durch directen Einfluss auf die Nerven tödteten. Dem ist aber nicht so, nur wenn die Gifte in's Blut gelangen, können sie vergiften und tödten. Bringt man den Schenkel eines Frosches, welcher nur noch durch den Nervenstamm mit dem übrigen Körper in Verbindung steht, während alle andern Theile durchgeschnitten sind, in eine concentrirte Lösung eines Strychninsalzes, so erfolgt keine Spur von Vergiftung. — Durchschneidet man hingegen alle Nerven des Froschschenkels, ohne die Gefässe zu verletzen, so erfolgt Vergiftung eben so sicher, als ob das Thier unversehrt geblieben wäre.

298. Die Einsaugung geschieht a) durch Lymphgefässe, b) durch Venen, c) durch Capillargefässe.

299. Dass die Lymphgefässe (welche man nach ihrer Entdeckung durch Aselli 1626 für die einzigen Resorptionsorgane hielt) einsaugen, beweist die Aufnahme des Darminhaltes durch die Chylusgefässe hinlänglich, aber auch Beobachtungen, in denen man einen leicht auffindbaren Stoff, wie Kaliumeisencyanür, nach Unterbindung der Blutgefässe doch nach einiger Zeit aufgesogen fand. — Resorption durch die Lymphgefässe.

Aber diese Resorptionsart hat das Eigenthümliche, dass nicht alle Stoffe von den Lymphgefässen aufgenommen werden, und dass die Einsaugung länger dauert, als die durch die Blutgefässe. Gifte nehmen gewöhnlich die Lymphgefässe nicht auf. Nach Unterbindung der Gefässe kann man daher durch Einbringen von Strychnin in eine Fusswunde ein Thier in der Regel nicht tödten (Emmert, Henle, Behr). Unterbindet man an dem Oberschenkel eines Frosches die beiden Venen, macht dann nahe dem Fussgelenke eine Öffnung in die Haut und träufelt in diese Öffnung ein Paar Tropfen einer Lösung von salpetersaurem Strychnin, so entsteht keine Vergiftung, während bei demselben Thiere, in dessen andern Fuss Strychnin gebracht wurde, ohne dass man hier die Venen unterband, nach etwa fünf Minuten der entschiedenste Starrkrampf eintritt. Auch Farbestoffe werden von den Lymphgefässen nicht aufgenommen. Bringt man sie in den Magen von Thieren, so findet man sie im Urine, nicht in den Lymphgefässen wieder.

Resorption durch die Venen.

300. Dass die Venen resorbiren, hat hauptsächlich Magendie erwiesen. Wird die Vena jugularis eines Thieres bloss gelegt und so rein als immer möglich gemacht von anhängendem Zellgewebe, ein Kartenblatt untergeschoben und ein Paar Tropfen Strychnin auf die Vene gebracht, so entsteht in kürzester Zeit Vergiftung des Thieres, welche man unterbrechen kann durch schnelle Unterbindung (Magendie). Wird einem Thiere der ganze Schenkel amputirt und werden nur a. und v. cruralis, rein präparirt, unversehrt gelassen, so dass diese die einzige Verbindung mit dem übrigen Körper bilden, so entsteht rasche Vergiftung, wenn man ein Gift in eine Fusswunde bringt (Magendie). Werden bei einem vorher gefütterten Thiere, bei dem die Lymphgefässe des Darms deutlich sichtbar sind, diese durchschnitten, so erfolgt dennoch nach Einbringung eines Gifts in den Darm rasche Vergiftung (Magendie); wenn man hingegen die

Lymphgefässe unversehrt lässt und die Blutgefässe unterbindet, so ist nach einer Stunde noch kein Erfolg eingetreten (Segalas). Wenn der Ductus thoracicus unterbunden worden ist, wirken dennoch Gifte (Brodie, Magendie, Mayer). Spritzte man blausaures Kali in die Lungen, so fand es sich zuerst im rechten, dann im linken Herzen (Mayer).

301. Dass Capillargefässe resorbiren, kann nicht bezweifelt werden, da auf dem Durchtritt der Blutflüssigkeit durch ihre Wandungen der ganze Ernährungsprocess beruht. Resorption durch die Capillargefässe.

302. Ein directer Übergang von Lymphgefässen in Venen ausser dem Ductus thoracicus ist bei dem Menschen und den Saugethieren nicht aufgefunden, — obwohl ein solcher bei den anderen Wirbelthieren (Fohmann, Panizza) existiren soll. Übergang von Lymphgefässen in Venen.

303. Die Lymphgefässe endigen nirgends mit offenen Mündungen. Sie stellen geschlossene Netze dar. Die Ansicht, dass sich in den Darmzotten freie Öffnungen zeigen (Lieberkühn, Cruikshank u. A.), ist wahrscheinlich dadurch entstanden, dass man die Kerne im Cylinderepithelium des Darms für Öffnungen betrachtete, und hat keine Anhänger mehr. Geschlossene Netze der Lymphgefässe.

304. Die Lymphe aus den Lymphgefässen der Extremitäten ist eine ganz dunne, klare, durchsichtige, blassgelbliche Flüssigkeit, die aus der Milz zuweilen geröthet. Sie schmeckt salzig, reagirt alkalisch und gerinnt. Das Coagulum enthalt Faserstoff und Lymphkörperchen, Zellenkerne und Fetttropfen, nicht selten auch Blutkörperchen. Die Lymphkörperchen sind $^1/_{250}$ bis $^1/_{400}{}'''$ gross, hell, enthalten viele kleine Körnchen, werden von Wasser wenig verandert, hingegen von Essigsäure, indem nach deren Anwendung ein oder mehrere Kerne in ihnen erkenntlich werden. Lymphe.

305. Die chemischen Bestandtheile der Lymphe sind in 1000 Theilen folgende: Wasser 969,26, Faserstoff 5,20, Chemische Bestandtheile.

Eiweiss 4,34, Extractivstoff 3,12, Fett 2,64, Salze 15,4 (Marchand).

Excreta und Secreta.

306. Die aus den Drüsen und Membranen ausgetretenen Flüssigkeiten werden entweder nach aussen abgeführt, — wohin gehören: die der Nieren, der äusseren Haut, zum Theil der Schleimhäute (Excreta genannt) und die aus den Geschlechtstheilen; — oder sie werden in andere Körperhöhlen geführt, wohin gehören: der Speichel, die Thränen, die pancreatische Flüssigkeit, die Galle (Secreta); oder endlich wieder in's Blut aufgenommen, wie das Secret der serösen Häute und der Fettzellen.

Secretions-organe.

307. Die zur Absonderung, Secretio, bestimmten Organe sind (nach J. Müller) entweder 1) Zellen, wie die Graafschen Bläschen, in welchen die Ovula sich bilden, die Fettzellen, welche die Fettbläscheu enthalten (Fig. 29), oder 2) Häute, wie a) die serösen Häute, wozu die Bursae synoviales, die Synovialhäute der Gelenke und die serösen Häute der Eingeweide gerechnet werden müssen. Die Absonderung der serösen Häute während des Lebens ist gering und dient nur dazu, diese Membranen schlüpfrig zu erhalten und vor Verwachsung zu bewahren: b) die äussere Haut s. u.; c) die Schleimhäute, welche den Schleim, Mucus, absondern, der im Wasser aufquillt, ohne sich darin völlig zu lösen. Der im Schleime enthaltene, in Wasser lösliche Stoff, der auch einen Hauptbestandtheil des Eiters ausmacht, ist nach Güterbock das Pyin. 3) Drüsen. Nicht alle Drüsen dienen zur Absonderung, sondern nur die mit Ausführungsgängen versehenen. Zu den andern gehören die Lymphdrüsen, welche aus vielfach verschlungenen Lymphgefässen bestehen und die Blutgefässdrüsen, zu denen man die Milz, Schilddrüse, Nebennieren, Thymus und die Placenta rechnet. — Die Drüsen mit Ausführungsgängen sind im einfachsten Zustande Einsackungen in eine Membran, wie manche Schleimdrüsen. Diese Einsackungen bleiben nicht einfach, sie verästeln sich und wachsen entweder der Dicke nach; es entstehen

Trauben, welche mit einander communiciren, die gelappten Drüsen (Fig. 30), z. B. die Speicheldrüsen, oder sie bilden Röhren (Fig. 31), wie die Nieren, Hoden u. s. w.

308. In vielen Secretionsorganen lassen sich noch besondere Theile nachweisen, die man geneigt ist, als die eigentlichen Apparate, denen die Secretion anvertraut ist, zu betrachten. Es sind dies nämlich die Zellenbildungen, welche auf der inneren Fläche der Drüsenmembran vorkommen, Enchyma (Purkinje) genannt. Man vermuthet, dass diese Zellen eine Attraction oder eine verwandelnde (metabolische) Kraft gegen die Blutflüssigkeit, die sie bespült, äussern könnten.

Absonderungsapparate in den Drüsen. Enchyma.

309. Aber nicht bei allen Secretionen sind solche besondere Apparate vorhanden, so z. B. in den serösen Häuten. Auch der Schweiss sickert zum Theil nur durch die Haut hindurch (s. No. 356). Dasselbe ist hinsichtlich der Fettabsonderung der Fall. Am auffallendsten ist es aber bei der Absonderung des Eiters, welcher sich bilden kann, ohne dass eine Zelle oder eine Membran vorhanden ist.

Freie Absonderungen ohne besondere Apparate.

310. Manche Absonderungsproducte verändern sich während ihres Verlaufs, namentlich der Samen. Bei vielen Thieren sind die Samenfäden im Hoden ohne alle Bewegung, in den Samenblasen hingegen sehr beweglich. Bei Saugethieren finden sich sogar meistens in den Hoden keine Samenfaden, sondern erst in den Nebenhoden. — Von andern Secretis ist jedoch nichts Ähnliches mit Sicherheit bekannt.

Veränderung des Secrets.

311. Die Ausführung der Absonderungsproducte geschieht hauptsachlich durch die Muskeln der Ausführungsgänge, welche sowohl anatomisch nachgewiesen sind, als sie sich durch Reizung nach dem Tode von Thieren als solche zeigen. In dem Beginne der Harnkanale der Nieren findet sich bei den (allen?) Wirbelthieren eine Flimmerbewegung (Bowman); auch in der Niere der

Ausführungsapparate.

Schnecken und den Gallengängen der Mollusken kommt Wimperbewegung vor (Purkinje und Valentin).

a. Harnabsonderung.

Nieren. 312. Die Nieren, die zur Harnaufnahme bestimmten Organe, kann man aus zwei Systemen von Gefassen zusammengesetzt sich denken: den Harnkanälchen und den Blutgefässen. — Die Harnkanälchen erkennt man bei allen Wirbelthieren, wenn man ein ausgewachsenes Nierenstückchen fein zertheilt unter dem Mikroskope betrachtet, als Röhrchen, welche in der menschlichen Niere ungefähr $1/_{60}$ bis $1/_{100}'''$ breit sind. Diese Röhrchen enthalten, wenn sie keinem zu starken Drucke ausgesetzt worden sind, Zellen, welche Ähnlichkeit mit Epithelialzellen haben (Fig. 31). In der Marksubstanz der Nieren höherer Wirbelthiere verlaufen sie gestreckt, fast parallel dicht neben einander, und sind enger, als in der Rindensubstanz. In dieser laufen sie gewunden, weniger dicht und sind breiter. Sie endigen hier wahrscheinlich (nach Bowman's Untersuchungen) in blinde, angeschwollene Enden, die man die Kapseln der Glomeruli nennt. — In der Marksubstanz anastomosiren sie vielfach mit einander und endigen zuletzt in die Papillen der Nieren. — Die Arterien der Nieren laufen in gestreckten Ästchen in der Marksubstanz neben den gestreckten Harnkanälchen; wenn sie in die Rindensubstanz übergegangen sind, erzeugen sie zwischen den Harnkanälchen kleine (etwa $1/_{12}'''$ im Durchmesser), mit blossem Auge als rothe Pünktchen eben erkenntliche Körperchen, glomeruli s. corpuscula Malpighiana, welche nichts Anderes sind, als Windungen kleiner Arterien. Diese Knäulchen werden von den Kapseln der Harnkanälchen umgeben, so dass also eine jede Kapsel ein solches Körperchen einhüllt (Bowman). Aus dem Glomerulus tritt ein Arterienästchen wieder heraus, welches sich dann in Capillargefässe auflöst, aus denen Venen hervorgehen.

313. Indem nun die Harnkanälchen aus dem Blut- Ausleerung des Urins.
wasser Urin bereitet, resp. aufgenommen haben, fliesst er
vielleicht in Folge der Wimperbewegung, welche an den
Kapseln der Glomeruli sich zeigt [Bowman], vielleicht
uch durch eine eigene Contractilität der Harnkanälchen,
ielleicht auch in Folge des mittelbaren Blutdruckes) aus
len vielen engen Öffnungen der Papillen in die weiten
Jretheren, deren Muskelhaut einer Contraction fähig ist.
Die Bewegungen gehen, nach Ludwig, vom Nierenbecken
us und sind rhythmisch-peristaltisch.

314. Aus Beobachtungen an missgebildeten Menschen
nit umgestülpter hinterer Wand der vorliegenden Blase
veiss man, dass der Urin fast unaufhörlich abfliesst, —
venigstens nur selten Pausen eintreten. Das Abfliessen
eschieht zuweilen in einem kleinen Strahl und erfolgt
icht ganz gleichzeitig auf beiden Seiten.

315. Die Entleerung der Blase erfolgt nicht gleich
asch bei verschiedenen Menschen nach gleichen Mengen
on Flüssigkeit, welche in der Blase enthalten ist. Bei
nanchen Krankheiten der Kinder, besonders Helminthiasis,
owie in der Zeit des Zahnens, wird der Urin gewöhnlich
iel öfter entleert; — auch durch Gewohnheit geschieht
asselbe bei Erwachsenen.

316. Der Ausleerung des Urins bei Erwachsenen
eht das Gefühl eines Drängens voraus, welches wahr-
cheinlich eine Folge des Druckes des Harnes auf den
phincter vesicae ist. Dieser Muskel und der M. pubo-
rethralis schliessen sich durch Willenseinfluss stärker,
ls die Entleerung willkürlich vorgenommen werden soll.
ie erfolgt durch den Druck der Bauchmuskeln, resp.
edärme auf den Blasenfundus und durch die Contraction
er Blase selbst.

317. Der während eines Tages ausgeleerte Urin Urinwege.
chtet sich in der Quantität 1) nach der Menge der ge-
ossenen Flüssigkeiten, 2) nach der Menge der auf an-
erem Wege, — namentlich durch Lungen und Haut, auch

Darm, — ausgeleerten Flüssigkeiten. — Es differirt desshalb die Menge ausserordentlich. Innerhalb 14 Tagen beliefen sich z. B. diese Schwankungen bei Lehmann zwischen 898 und 1448 Grammen (oder zwischen 30,4 und 49,4 Unzen).

Bestandtheile des Urins.

318. Die Bestandtheile des Urins sind organische und unorganische. Von jenen ist besonders ausgezeichnet, dass es wahrscheinlich nur stickstoffhaltige sind, und zwar vier: Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure (Liebig) und farbiger Extractivstoff (Scherer), ein Stoff, welcher mit einem Bestandtheile des Muskelfleisches identisch ist, das Kreatin (Pettenkofer, Liebig). — Milchsäure, welche man früher als Bestandtheil des Urins annahm, ist, nach Liebig, nicht darin enthalten.

319. Von den unorganischen Substanzen kennt man vorzüglich die phosphorsauren, die schwefelsauren Salze und das Kochsalz. — Auch sollen Spuren von Kieselsäure, Fluorcalcium, Eisenoxyd und Manganoxydul im Harne vorkommen (Lehmann).

Harnstoff.

320. Der Harnstoff, welcher sich überaus leicht in warmem und kaltem Wasser löst, bleibt auch immer im Urine gelöst und bildet niemals in Krankheiten ein Sediment. Man erhält ihn aus dem Urine, wenn man diesen langsam bis zur Syrupsdicke verdunstet, dann ihn mit Alkohol behandelt und die filtrirte Flüssigkeit mit gleichviel Wasser und etwas mehr Salpetersäure übergiesst. Es schiessen dann gelbliche Blättchen an (salpetersaurer Harnstoff), welche von Neuem gelöst und krystallisirt werden. Den salpetersauren Harnstoff löst man wieder in Wasser und setzt kohlensauren Baryt zu, es entsteht Aufbrausen, der salpetersaure Baryt schlägt sich nieder, und der Harnstoff bleibt im Wasser gelöst. Wird die filtrirte Lösung verdunstet und dann mit Alkohol behandelt, so erhält man den reinen Harnstoff in Nadeln oder (seltener) Prismen. — Man kann ihn auch künstlich durch eine Verbindung von Cyansäure und Ammoniak bereiten (Wöhler). —

Er entsteht ferner durch Zersetzung der Harnsäure mittelst Salpetersaure (Wöhler und Liebig).

321. Der Harnstoff enthält 46,7% Stickstoff. In 1000 Theilen Urin sind, nach den Angaben von Berzelius und Lehmann, gegen 30 Theile Harnstoff, welche Quantitäten natürlich geringer ausfallen, wenn viel Urin gelassen wird (12 und 15 nach Becquerel und Simon). In einem Tage werden bei gewöhnlicher Kost ungefähr 2 Loth Harnstoff entleert (Lehmann) und damit also 220 Gran Stickstoff.

322. Die Menge des entleerten Harnstoffs nimmt zu, wenn bloss animalische Kost genommen wird. So entleerte Lehmann, als er 12 Tage bloss animalische Kost verzehrte, anstatt wie früher 2 Loth, über $3\frac{1}{2}$ Loth. — Durch diese Menge von Harnstoff wurden 419 Gran Stickstoff entleert. In der Nahrung waren 494 Gran Stickstoff enthalten. Hieraus folgt, dass die grösste Menge von Stickstoff, der in den Nahrungsmitteln enthalten ist, durch den Urin entleert wird (s. No. 321). Auch bei starker Bewegung und Anstrengung, ferner nach dem Genusse mancher Alkaloide, z. B. des Coffeins, vermehrt sich die Harnstoffmenge (Lehmann).

323. Harnstoff, in vielem Wasser gelöst, zersetzt sich nach einiger Zeit in kohlensaures Ammoniak, welches so zusammengesetzt ist, dass man es als Harnstoff plus Wasser ansehen kann. Kohlensaures Ammoniak verbreitet einen übeln Geruch und braust mit Säuren auf. Diese Erscheinungen sind bekanntlich dem Urine eigen, wenn er eine Zeit lang stehen bleibt.

324. Harnsäure stellt gereinigt ein weisses Pulver dar, welches, mit einer geringen Menge von Salpetersäure und Wasser gelinde erhitzt, beim Verdunsten unter Zusatz von einem Tropfen Ammoniak purpurroth wird. Dies Pulver gebraucht 10000 Theile Wasser zur Lösung, während es in Verbindung mit Alkalien und selbst auch durch Zusatz von manchen anderen Salzen, z. B. phos- Harnsäure.

phorsaurem Natron, leicht löslich wird. Die Harnsäure kann im Urine aufgelöst erhalten werden, weil derselbe phosphorsaures Natron enthält (Liebig). Da das letztgenannte Salz in der Wärme mehr Harnsäure gelöst enthält, als in der Kälte, so fällt häufig Harnsäure zu Boden und bildet das rothe (amorphe) Pulver, welches sich an das Uringefäss ansetzt.

325. Die Harnsäure kommt zuweilen in Krankheiten krystallisirt im Urine vor, in Form von rhombischen Prismen und rectangulären Tafeln.

326. Die Harnsäure enthält über 33% Stickstoff. — Bei gewöhnlicher Kost entleerte Lehmann täglich über 19 Gran Harnsäure; sie nimmt wie der Harnstoff bei animalischer Kost zu, bei vegetabilischer ab, jedoch nicht in demselben Verhältnisse wie dieser. Lehmann entleerte

	an Harnstoff:	an Harnsäure:
bei gemischter Kost	532 Gran.	19,4 Gran.
bei bloss animalischer Kost .	872 „	24,1 „
bei bloss vegetabilischer Kost	368 „	16,7 „
bei ganz stickstofffreier Kost .	252 „	11,9 „

Vergl. No. 285.

Hippursäure. 327. Die Hippursäure, welche man früher bloss als Bestandtheil des Urins von Kindern betrachtete, findet sich nach Liebig constant im Urine. Man erhält sie durch Zusatz von Salzsäure und Äther zu dem zur Syrupsdicke verdampften Urin. In der sich bildenden oberen Schicht der Flüssigkeit ist die ätherische Lösung von Hippursäure und Harnstoff. Letzteren entfernt man durch geringe Mengen von kaltem Wasser, da die erstere 1000 Theile zur Lösung bedarf. Nach dem Verdunsten des Äthers reinigt man den Rückstand durch Kohle.

Milchsäure. 328. Die Milchsäure, von welcher man früher die saure Reaction des Urins ableitete, ist nie aus dem Urine dargestellt worden. Sie lässt sich auch weder im frischen Urine, noch im faulenden, wo ihre Menge sich noch ver-

mehren musste, durch irgend ein Reagens (Baryt, Magnesia, Zinkoxyd) erkennen (Liebig).

329. Die Eigenschaft des phosphorsauren Natrons, Phosphorsaure Salze. Hippursäure und Harnsäure gelöst zu erhalten, wurde schon erwähnt. — Ausser diesem phosphorsauren Salze enthält der Urin immer phosphorsaure Magnesia, welche leicht in Wasser löslich ist. Dieses Salz verbindet sich aber mit Ammoniak zu einem unlöslichen, meist in Octaedern krystallisirenden Tripelsalze, der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia. Sobald sich Ammoniak im Urine bildet, was immer beim längeren Stehen geschieht (s. No. 323), so entsteht daher eine Trübung, welche sich theils (vom Schleime gehalten) an der Oberfläche des Urins als Häutchen zeigt, theils als Bodensatz. Das schillernde Häutchen des stehen gebliebenen Urins rührt zum Theil von diesem Salze her (Fig. 32). — Der phosphorsaure Kalk (Knochenerde) endlich ist, mit einer überschüssigen Saure (schon mit Kohlensäure) verbunden, leicht löslich im Wasser, wesshalb man die Knochenerde in verdünnter Salzsaure auflösen kann. Als saurer phosphorsaurer Kalk ist dieses Salz im Urine. Sobald durch den Zusatz irgend eines Alkali's die Säure abgestumpft wird, so fällt der basisch phosphorsaure Kalk, welcher unlöslich in Wasser ist, zu Boden. Daher ist jeder Urin, welcher alkalisch reagirt, trübe, ohne dass die Trübung einen Überschuss von phosphorsaurem Kalke anzeigte. Das vorhin erwähnte Häutchen des Urins enthält gleichfalls phosphorsauren Kalk, und zwar viel mehr, als Tripelsalz.

330. Im Urine sind mehr phosphorsaure und schwe- Schwefelsaure Salze. felsaure Salze enthalten, als im Blute (Berzelius). Da nun Phosphor und Schwefel Hauptbestandtheile von Faserstoff, Eiweisstoff und Käsestoff sind, so lasst sich vermuthen, dass, während jene Stoffe im Körper sich zersetzen, auch Schwefelsäure und Phosphorsäure sich bilden, welche, mit Kalien verbunden, eben so rasch wie der Harnstoff zu den Nieren übergeführt

werden und desshalb im Blute nicht nachweisbar sind. — Nach Denis enthalten 1000 Theile Blut 0,7 schwefelsaures Natron und eben so viel schwefelsaures Kali. Nach Berzelius enthält der Urin 3,16 vom ersteren und 3,71 vom letzteren Salze. Nach Lehmann werden täglich bei gemischter Kost entleert 112 Gran schwefelsaure Alkalien. — Phosphorsaure Salze, phosphorsaures Natron und phosphorsauren Kalk enthält das Blut in 1000 Theilen 0,52 (Denis), der Urin 3,94 (Berzelius), wozu noch nicht das zweifach phosphorsaure Ammoniak mit 1,65 gerechnet ist. Lehmann entleerte täglich 75 Gran phosphorsaure Salze.

Kochsalz.

331. Der Gehalt von Kochsalz im Urine ist sehr verschieden und hängt von den Speisen und Getränken ab. Durch die Vereinigung von Kochsalz mit Harnstoff krystallisirt dieser nicht mehr in Nadeln oder Prismen, sondern in Octaedern oder ähnlichen Formen. Ein Tropfen verdunsteten Urins zeigt daher gewöhnlich eine grosse Anzahl sehr kleiner, gewöhnlich wie ein Kreuz aussehender Kryställchen (Fig. 33).

Stoffe, welche verändert in den Urin übergehen.

332. Nach dem Genusse von weinsauren, äpfelsauren, citronensauren und essigsauren Salzen wird der Urin alkalisch, weil sich die genannten Säuren in Kohlensäure verwandeln und als kohlensaure Salze entleert werden. Jod wird im Körper in Hydriodsäure umgesetzt und geht in Form eines hydriodsauren Salzes ab. Schwefel in Schwefelsäure und Hydrothionsäure, hydrothionsaures Kali in schwefelsaures Kali (Wöhler); Benzoesäure, welche stickstofflos ist, geht in die stickstoffhaltige Hippursäure über (Ure) und Zimmtsäure gleichfalls in Hippursäure (Marchand).

Stoffe, welche nicht in den Urin übergehen.

333. Im Urine finden sich nicht wieder Weingeist, Schwefeläther, Kampfer, Moschus (Wöhler), nicht Zucker im gesunden Zustande. (Anmerkung. Wenn hingegen Hunde mit Zucker gefüttert werden, so geht er bei diesen häufig in den Urin über.)

334. Die meisten Mittelsalze und Farbestoffe (mit Ausnahme von Lakmus, Cochenille, Saftgrün und Alkanna) gehen in den Urin über (Wöhler).

Stoffe, welche in den Urin übergeben.

335. Die Zeitdauer, welche zwischen dem Genusse von Stoffen und ihrer Erscheinung im Urine vergeht, hat Stehberger bestimmt. Färberröthe und Indigo zeigten sich im Urine nach 15 Minuten, Rhabarber und Gallussäure nach 20, Campecheholzabkochung nach 25, färbender Stoff der Heidelbeeren nach 30, der schwarzen Kirschen nach 45 Minuten, blausaures Eisenoxydulkali nach 60 Minuten.

Zeitdauer zwischen dem Genusse und dem Übergange in den Urin.

336. Der Urin des männlichen und weiblichen Ge-chlechts unterscheidet sich dadurch, dass in jenem um 1/4 bis 1/2 mehr Harnstoff als in diesem, auch meist mehr Harnsäure und Salze enthalten sind (Lecanu, Becquerel). Dieser Unterschied, welcher nicht constant ein kann, rührt von dem Verhältnisse der Bestandtheile er Nahrung her.

Unterschied des Urins bei beiden Geschlechtern.

337. Nach körperlichen Anstrengungen vermehrt sich ie Menge der festen Bestandtheile des Harns beträchtlich, hne dass die gesammte Harnquantität vermehrt würde Lehmann, Simon). Namentlich betraf die Vermehrung en Harnstoff, die schwefelsauren Salze und das phosphor-aure Natron, während der phosphorsaure Kalk (Knochen-rde) nur wenig verändert war.

Veränderung des Urins nach Anstrengungen.

338. Der Urin reagirt gewöhnlich sauer, ist durch-chtig, gelb, schmeckt salzig und schliesst als mikro-kopische Bestandtheile nur Epithelialzellen ein. Nach em Genusse vieler Stoffe, welche vegetabilische Säuren nthalten, wird er alkalisch, trübe, sedimentös vom nieder-eschlagenen phosphorsauren Kalke (s. No. 329). — Die ure Reaction des Urins rührt von den Säuren (Harn-, ppursäure) her.

Physikalische Eigenschaften des Urins.

339. Der ganz normale frische Urin enthält weder weiss noch Kohlensäure; er wird desshalb in der Hitze cht getrübt, noch braust er von Säuren auf.

Urina potus, sanguinis, chyli.

340. Kurze Zeit nach dem Genusse von Flüssigkeiten ist der Urin heller als später und enthält weniger feste Substanzen, urina potus. Der am Morgen nach dem Aufstehen gelassene Urin ist hingegen dunkler und dichter, urina sanguinis. Zwischen beiden steht der einige Stunden nach dem Essen gelassene, urina chyli genannt.

Wassermenge im Urin.

341. Das specifische Gewicht des Urins ist 1.03. — In 1000 Theilen Urin sind enthalten 933 Theile Wasser (Berzelius). Täglich werden mithin etwa 27 bis 36 Unzen (= ¾ bis 1 pr. Quart) Wasser durch den Urin entleert, ungefähr die Hälfte des durch die Nahrung (zu 5 Pfund gerechnet, also 4 Pfund = 64 Unzen Wasser) genommenen Wassers.

β. Hautausdünstung.

Absonderungsproducte der Haut.

342. Als Absonderungsorgan liefert die Haut drei Producte: a) Epidermis, b) Hauttalg, c) Schweiss.

Epidermis.

343. Die Epidermis gehört zum sogenannten Horngewebe, Keratin, welches ausserdem im Horn, in den Haaren, den Federn, Geweihen vorkommt. Dies Gewebe löst sich in warmer Kalilösung unter Entwickelung von Ammoniak auf, ist aber in Wasser, Alkohol und Äther nicht, in Säuren bei gewöhnlicher Temperatur wenig löslich. Von salpetersaurem Silber wird es schwarz gefärbt. Es enthält 17% Stickstoff, ausserdem Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel (Scherer). — Die Epidermis enthält mithin noch mehr Stickstoff, als die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Blutes, und durch sie gibt der Körper den Rest von Stickstoff ab, der nicht durch den Urin entleert wird (s. No. 322), wozu freilich der Theil, welcher durch das Wachsthum der Haare und Nägel entfernt wird, mitgerechnet werden muss.

344. Die freie Oberfläche der Haut, corpus papillare cutis, ist der Ort, an welchem die Bildung der Epidermis wahrscheinlich aus der das Corium bedeckenden halbflüssigen zähen Masse erfolgt. Die dem Corium zunächst

liegende Schicht, das Malphigische Netz genannt, enthält die jüngsten Epidermiszellen.

345. Die Epidermiszellen sind so enge, wahrscheinlich durch jene zähe Masse (s. No. 344) mit einander verbunden, dass Flüssigkeit durch ein Stück Epidermis selbst bei einer bedeutenden Druckhöhe nicht durchgeht (Beclard, Krause), ausser wenn diese Flüssigkeit die Epidermis angreift, wie Lösung von salpetersaurem Silber, oder Sauren. Hingegen verdunsten alle gasförmigen Flüssigkeiten durch die Epidermis: so kann Wasser bei seiner Verdunstung hindurchgehen. — Dieser Durchgang erfolgt nicht nur während des Lebens, sondern auch nach dem Tode. Eine Epidermisfläche von 21,66 □''' dunstete, nach Krause, an einem Tage zwischen 0,95 bis 2,5 Gran Wasser aus.

346. Dieser Zusammenhang der Epidermiszellen gilt aber nur von den unteren Lagen, die oberflächlichsten, durch die Austrocknung brüchiger, lösen sich sehr leicht in Schüppchen ab, besonders an sehr warmen und an den behaarten Körperstellen.

347. Man kann sich übrigens die ganze Epidermis Haare.
als einen grossen, fast überall (s. No. 348) geschlossenen Sack denken. Denn sie hat, genau genommen, auch keine Öffnungen zum Durchbruche der Haare. Die Haare entstehen in einer Vertiefung der Haut, dem sogenannten Haarbalg. In diesem Haarbalg bildet sich ein kleiner Kegel, die Haarpulpe oder Haarkeim. Sowohl der Haarbalg als der Haarkeim sind mit Epidermis belegt. Die Epidermiszellen des Haarkeims verwandeln sich aber in das Haar, indem die tiefere Schicht zu der Marksubstanz, die oberflächliche oder Hornschicht zur Rindensubstanz des Haares wird (Krause).

348. Nur die Hautdrüsen (s. No. 353) durchbohren Hautdrüsen.
die Epidermis, obwohl auch ihre äussere Oberfläche mit der oberflachlichen Schicht der Epidermis zusammenfliesst. Durch ihre Öffnungen konnen möglicher Weise auch flüs-

sige Stoffe von aussen in den Körper gelangen, — was aber erfahrungsmässig selten geschieht (Krause).

Verdunstung und Aufnahme durch die Haut.

349. Unzweideutige Beobachtungen (Collard, Madden) beweisen, dass sehr häufig nach dem Bade der Körper schwerer ist, dass auch der nackte Körper durch Aufenthalt in der Luft schwerer wird, dass Arzneistoffe, besonders flüchtige, wie Canthariden, Senf, Terpenthinöl, Wirkungen hervorbringen, welche auf ein Durchdringen durch die Epidermis deuten, — dass Thiere, in giftige Gasarten gebracht, welche nicht in ihre Lungen gelangen konnten, dennoch starben. Es ist mithin sicher, dass durch die Epidermis während des Lebens flüchtige Stoffe, welche von aussen an die Haut gebracht werden, verdunsten können.

Function der Epidermis.

350. Die Epidermis ist mithin, abgesehen davon, dass sie Schutzmittel ist, a) Excret, b) eine Membran, welche sowohl zur Verdunstung von Stoffen hinter ihr (Wasser aus dem Blute) als auf ihr dient. — Je dichter, resp. feuchter die umgebende Luft ist, desto mehr wird die Verdunstung von dem Corium aus behindert.

Hauttalg.

351. Der Hauttalg, sebum cutaneum, ist das Excret der traubenförmigen, länglichen Drüschen (Fig. 25), welche mit wenigen Ausnahmen an den Bälgen der Haare liegen und mit Ausführungsgängen in dieselben münden. Er ist eine ölartige Flüssigkeit, welche an der Oberfläche der Haut leicht erhärtet und eine schmutzig gelbe Farbe annimmt. Sie enthält viel Epidermiszellen.

Schweiss.

352. Der Schweiss macht nur den tropfbar flüssigen Theil der wässerigen Hautabsonderung, perspiratio cutanea, aus. Man unterscheidet die dunstförmige Perspiration (insensibilis) von der flüssigen (sensibilis).

Schweissdrüsen.

353. Im Unterhautzellgewebe liegen im Fett versteckt knäuelförmige Drüsen, $^1/_6$''' im Durchmesser, welche in gewundene Ausführungsgänge enden, die das Corium und die Epidermis durchbohren und an der Oberflache der Haut münden. Man nennt sie Schweissdrüsen. Obwohl

Malpighi sie schon kannte, waren sie wieder vergessen und später gleichzeitig in Deutschland von Purkinje und in Frankreich von Breschet und Roussel de Vauzème entdeckt worden (Fig. 34).

354. Auf einen Quadratzoll Haut kommen nach Krause am Nacken, Rücken und Gesäss 417, an den Wangen 548, an dem Unterschenkel und der innern Seite des Oberschenkels 576, an dessen äusserer Seite 554, Brust und Bauch 1136, Stirn 1258, Hals 1303, Sohlenfläche des Fusses 2685 Schweissdrüschen. Wird die Hautoberfläche zu 15 P. Quadratfuss gerechnet, so kommen auf die ganze Fläche, wenn man 1000 Schweissdrüsen auf einen Quadratzoll zählt, ungefähr 2,381,248 Schweissdrüschen (Krause). Die Verdunstungsfläche dieser Drüsen kann man auf 7,896 Quadratzoll annehmen, da der Ausführungsgang eine Weite von $^1/_{82}$ bis $^1/_{65}$''' hat. Auf einem Quadratzoll Fläche verdunstet aber Wasser von 35° C. in einer Minute nur 0,1675 Gran. Auf der Oberfläche aller Schweissdrüsenmündungen würden daher, die Verdunstung der Perspiration der des Wassers gleichgesetzt, bei 35° C. in einer Minute 1,3225, in 24 Stunden 1904,5 Gran verdunsten, wenn der Körper nicht schwitzt (Krause).

355. Nach den Versuchen von Seguin verliert ein Mensch durch die insensible Hautperspiration 10,465 Gran für die Minute, also in 24 Stunden 31,3 Unzen. — Hieraus folgt, dass die Schweissdrüsen bei weitem nicht die gesammte Menge perspirirter Flüssigkeit hergeben (Krause). Quantität der durch die Haut perspirirten Flüssigkeit.

356. Da die insensible Perspiration durch Verdunstung von Flüssigkeit entsteht, und durch die Epidermis diese möglich ist, so ist mithin anzunehmen, dass wenigstens der grösste Theil dieser Perspiration auf diesem Wege zu Stande kommt. Hingegen werden die Schweissdrüsen den eigentlichen flüssigen Schweiss absondern (Krause). Quellen der sensiblen und insensiblen Perspiration.

357. Der Schweiss gesunder Menschen reagirt entweder neutral oder gewöhnlich sauer; und zwar in der Regel an Reaction.

allen Stellen des Körpers. Der übelriechende Schweiss an den Füssen vieler Menschen ist gleichfalls sehr haufig sauer.

Bestandtheile.

358. Der Schweiss enthält in 1000 Theilen 986 Theile Wasser, 0,28 in Wasser unlösliche Kalksalze und Epidermis, 2,94 Wasserextract und schwefelsaure Salze, 6,72 Alkoholextract, Chlornatrium, Chlorkalium, 4,01 Essigsaure und essigsaure Alkalien. — Dem Schweisse ist gewöhnlich Fett beigemischt, und man sieht Öltropfen im Schweisse unter dem Mikroskop. — Der übelriechende Schweiss scheint Buttersäure zu enthalten.

Vermehrung und Verminderung.

359. Die Perspiration vermindert sich gleich nach dem Essen, ferner bei Indigestion und durch Hunger. Sie kann auf 5,93 Gran sinken (Seguin); bei feuchter und kühler Luft ist sie geringer, ebenso nach dem Essen und bei unreiner Haut. Sie wird vermehrt, wenn viel Wasser in's Blut kam, daher bei Thieren, denen Wasser in die Venen eingespritzt wurde (Krause), ferner durch Leidenschaften, durch Bewegungen, durch Wärme der umgebenden Luft, einige Zeit nach dem Essen.

360. Die Hautausdünstung steht im Verhältnisse zu den übrigen Entleerungen von Wasser. Wenn die Nieren viel Wasser aufnehmen, ist die Haut trocken. — wenn die Lungen klein oder krank sind, schwitzt die Haut leicht.

Abkühlung in Folge der Perspiration.

361. Durch die Verdunstung des Schweisses wird auf der Oberfläche der Haut eine beträchtliche Abkühlung hervorgebracht. Da durch hohe äussere Temperatur viel Schweiss gebildet wird, so ist es möglich, einen sehr hohen Wärmegrad auszuhalten. So z. B. ertrug Berger eine Lufttemperatur von fast 88° R. mehre Minuten lang ohne viele Beschwerden.

Wirkung der Unthätigkeit der Haut.

362. Wird die Haut mit einem Firnisse überzogen, so nimmt die Körpertemperatur ab (Becquerel und Breschet), s. No. 243.

Respiration der Haut.

363. Die Haut dunstet auch Kohlensäure und Stickgas aus (Collard) und ist in dieser Beziehung gewissermassen als Respirationsorgan zu betrachten.

Drittes Buch.

Bewegung und Empfindung

A. Flimmerbewegung und andere elementare Bewegungen.

1. Auf der Oberfläche verschiedener Schleim- und serösen Häute bemerkt man während des Lebens eine sehr rasche, flackernde Bewegung, welche man Flimmer- oder Wimperbewegung (motus vibratorius) nennt. Sitz der Flimmerbewegung

2. Am Leichtesten beobachtet man dieselbe, wenn man mit einem Messerrücken von der Schleimhaut der Rachenhöhle eines lebenden Frosches ein Wenig abschabt, und den zähen, am Messer hängenden, gelblichen, zuweilen mit etwas Blut tingirten Schleim auf einem Glasplättchen mit feinen Messerspitzen auseinander zerrt, einen Tropfen Wasser zusetzt und mit einem feinen Deckgläschen unter dem Mikroskope betrachtet. Methode der Beobachtung.

3. Im menschlichen Körper bieten diese Erscheinung dar: a) das Epithelium der ganzen Nasenschleimhaut, mit Ausnahme des Theiles unmittelbar hinter den vorderen Nasenoffnungen. Nach E. H. Weber kann man an sich selbst die Beobachtung machen, wenn man etwas Oberhaut mit einem geschnittenen Federkiele sich in der Tiefe der Nasenhöhle abschabt. b) Das Epithelium der Neben- Vorkommen.

höhlen der Nase. c) Das Epithelium der Eustachischen Trompete des oberen Schlundes des hintersten Theils vom Gaumensegel. d) Das Epithelium des Respirationskanals von der Epiglottis bis zu den Lungen. e) Das Epithelium des Thränensackes und Thränenganges der ganzen inneren Fläche der Augenlieder. f) Das Epithelium des Uterus (von der Mitte des Mutterhalses an) und der Tuben, welches während der Menstruation und wahrscheinlich auch während der Schwangerschaft abgestossen und durch Pflasterepithelium ersetzt wird. g) Das Ependyma der Ventrikel des grossen Gehirns (Purkinje).

Bei Säugethieren ist die Verbreitung dieselbe wie bei dem Menschen, ausserdem ist noch Flimmerbewegung am Ovulum des Kaninchens beobachtet worden (Bischoff). Bei niederen Thierklassen ist das Phänomen viel verbreiteter, so dass es fast kein Organ giebt, in dem man nicht schon Wimperbewegung beobachtet hat. Bei Amphibien flimmern die innere Fläche der Kapseln der Malpighischen Körperchen in den Nieren (Bowman), die Wolff'schen Körper (Kölliker), bei manchen Fischen die Harnkanälchen (J. Müller). Bei vielen Anneliden flimmert ein Theil der Darmschleimhaut, und selbst die ganze, bei Infusorien oft die ganze Hautoberfläche u. s. w. Nur bei einigen Thierklassen ist bis jetzt noch keine Flimmerbewegung entdeckt worden, nämlich bei Insecten, Spinnen, Crustaceen und Cephalopoden.

Flimmer-epithelium. 4. Das Flimmerepithelium besteht, wie das andere Epithelium, aus neben einander liegenden Zellen, welche länglich, cylindrisch und rund sind, ungefähr eine Grösse von $1/_{66}$ — $1/_{120}'''$ zeigen und in der Mitte einen Kern haben (Fig. 35). Was sie aber vor allen andern Epithelienblättchen am meisten auszeichnet, sind kleine Härchen, welche auf der breiten Fläche jeder Epitheliumzelle sitzen. Diese Härchen sind heller als die Zelle selbst und werden daher bei dem ersten Blicke leicht übersehen; auch fallen sie nicht selten in Folge von Druck, vielem Wasser und

anderen Agentien ab. Auf einer Zelle stehen zuweilen nur ein Paar Haare, zuweilen nahe an dreissig.

5. Die genannten Haare sind die eigentlichen beweglichen Theile. Durch das Auseinanderzerren von grösseren Stückchen von Flimmerepithelium werden kleinere Partikelchen abgerissen, die aus einer oder nur wenigen Zellen bestehen. Diese drehen sich nun gewöhnlich im Kreise, oft mit ausserordentlicher Schnelligkeit, wie ein Rädchen. Wenn die Bewegung nachlässt, dann erblickt man an solchen kleinen Stückchen die schlagende Bewegung der sich häufig umhakenden Härchen deutlich. — Umliegende kleine Körper werden, wenn die Bewegung noch stark ist, mitbewegt, was namentlich an den Blutkörperchen oder Pigmentkügelchen zu bemerken ist, welche um ein solches Epitheliumstückchen herumtanzen. Wenn etwas grössere Partikelchen von Flimmerepithelium beobachtet werden, welche zu gross sind und zu fest an einander hangen, als dass sich die ganze Masse bewegen könnte, so sieht man das Phänomen namentlich am Rande, während in der Mitte die Flimmerhaare oft verdeckt sind. Bewegungsphänomen.

6. Die Bewegung erscheint unter dem Mikroskope sehr lebhaft, so dass auf jede Secunde mehre Schwingungen kommen. Geschwindigkeit.

7. Die Richtung, welche die Bewegung der Flimmerhaare zeigt, ist in der Regel dieselbe, aber nicht immer. So beobachtete man sie in den inneren Geschlechtstheilen beständig von den Tuben nach der Gebärmutter zu und nicht umgekehrt, in den Athmungsorganen meistens von oben nach unten, zuweilen (Sharpey) aber auch von unten nach oben. Manchmal wenden die Bewegungen sogar plötzlich um. Richtung und Dauer der Bewegung.

Abgerissene Stückchen einer flimmernden Membran zeigen noch mehr oder minder lange das Phänomen; viel weniger indess bei warm- als bei kaltblütigen Thieren, bei Fröschen mehre, bei Schildkröten oft 14 Tage.

Wirkung äusserer und innerer Einflüsse auf die Flimmerbewegung.

8. Die Schnelligkeit der Bewegung wird durch mässige Wärme vermehrt, durch Kälte verzögert (E. H. Weber). Electricität, Opium, Belladonna zeigen keinen Einfluss. Eintrocknung, Kochhitze heben sie auf, so auch concentrirte Säuren und Alkalien, die meisten Salze, Alkohol. Im Blute schwingen die Cilien länger. Zerstörung der Centraltheile des Nervensystems scheint die Bewegung nicht zu afficiren (Purkinje und Valentin). An manchen Stellen macht sie regelmässige Intermissionen, wie in den Kiemen der Ascidien (J. Müller).

Zweck.

9. Der Zweck der Flimmerbewegung ist ganz räthselhaft. Wenn er bei niederen Thieren die Respiration befördern kann, wenn selbst der Ernährungssaft durch dieselbe hier weiter geführt werden kann, so lässt sich ein solcher Zweck bei höheren Thieren, welche mit starken Respirationsmuskeln versehen sind, nicht für wahrscheinlich halten. Der Samen kann bei der angegebenen Richtung der Flimmerbewegung in den weiblichen Geschlechtsorganen (s. No. 7) nicht durch diese fortgeschafft werden. Hingegen kann sie auf das Ovulum wirken, obwohl die starken Bewegungen der Tuben eine solche Nothwendigkeit nicht erkennen lassen.

Entdeckung des Phänomens.

10. Als ein fast in der ganzen Thierreihe verbreitetes Phänomen wurde die Flimmerbewegung von Purkinje und Valentin 1834 entdeckt, welche zugleich die Structur der wimpernden Organe aufhellten. Das Phänomen war früher nur bei niederen Thieren (zuerst bei der Miessmuschel von de Heide 1683 gefunden) bis zu den Reptilien bekannt, namentlich an den Kiemen und den Eiern.

Elementare lebende Bewegungen.

11. Von anderen elementaren Bewegungen sind im menschlichen Körper nur noch die der Spermatozoen anzuführen, welche gleichfalls als Zellenbewegungen angesehen werden können. — Hingegen kommen bei Pflanzen und Thieren noch mehre andere vor. Bei einigen Algen z. B. Vaucheria clavata, hat man die merkwürdige Beobach-

tung gemacht, dass die Sporen sich aus ihrem Mutterschlauche trennen und nun eine rotirende Bewegung eine Zeit lang machen. Diese Rotation rührt gleichfalls von Haaren her, die Ähnlichkeit mit den Wimperhaaren haben (Unger, Siebold, Decaisne, Thuret). Ob sie mit ihnen identisch sind, steht aber noch dahin. — Bei Sepien zeigt das Pigment der Haut pulsatorische Bewegungen (R. Wagner), ebenso zeigen die Dotterkugeln von Planarien eine Art peristaltischer Bewegung, welche Stunden lang fortdauert (Siebold); ferner fanden sich Contractionen einzelner Zellen bei Alytes, Sepia, den Gregarinen, den Hydren (Kölliker, Vogt, Ecker).

12. Es mag hier auch die Bewegung erwähnt werden, welche zwar nicht zu den lebendigen gehört, aber oft bei Untersuchung organischer, sehr fein zertheilter Stoffe in einem Tropfen Wasser unter dem Mikroskope gesehen wird. Es ist dies die sogenannte (Brownsche) Molecularbewegung. Man sieht dieselbe am leichtesten bei starker Vergrösserung an dem Pigmente (der Choroidea) und dem Gehörsande. Die kleinen Pigmentkörnchen hüpfen und tanzen so lange, bis das Wasser verdunstet ist. Auch hat man diese Beobachtung an sehr fein zertheilten Krystallen, an Russ, Kohle, Asa foetida, an Dotter gemacht. Die Ursache dieser Erscheinung ist noch nicht aufgehellt. Molecularbewegung.

B. Bewegung der contractilen Körpergewebe.

13. Zu den contractilen Körpergeweben kann man rechnen: 1) das Muskel-, 2) das elastische, 3) das Bindegewebe. Die beiden letzten sind nicht überall, wo sie vorkommen, contractil. Zu den contractilen Organen gehören vielmehr alle eigentlich sogenannten Muskeln, ferner die Iris, die Ausführungsgänge der Drüsen, die Arterien, die Venen (?), Lymphgefässe (?), die äussere Haut, die Tunica dartos, die Luftröhre, die Lungen. Contractile Körperorgane.

Eigenschaften derselben.

14. Die contractilen Körpergewebe sind ihrer Structur nach sehr verschieden, sie kommen nur darin mit einander überein, dass alle aus Fasern bestehen, dass sie mehr oder weniger vom Nervensysteme abhängen.

1) Muskelgewebe, 15—22.

15. Das Muskelgewebe unterscheidet sich von den übrigen contractilen Geweben a) durch seine Structur (s. No. 16 fg.), b) dadurch, dass nach Reizungen die Contraction in ihm rascher und deutlicher, als in den anderen, eintritt; c) dass die galvanische Reizung den sichersten Erfolg hat, während die übrigen contractilen Organe leichter auf mechanische Reizungen zu reagiren scheinen; d) durch seine meistens rothe Farbe, welche jedoch vom dunkelsten bis zum blässesten Roth Übergänge macht; e) durch seine chemischen Eigenschaften (s. No. 28).

Quergestreifte Muskelfasern. Vorkommen.

16. Die feinsten Muskelfasern, welche man durch Auseinanderreissen von Muskeln erhalten kann, nennt man Muskelprimitivbündel. Sie sind verschieden bei verschiedenen Muskeln. Man kennt seit Fontana zwei Arten. Die eine Art nennt man quergestreifte oder varicöse. Sie kommen vor: a) in allen den Muskeln des Kopfes, Rumpfes und der Extremitäten von Wirbelthieren, Insecten und Crustaceen, welche willkürlich bewegt werden, mit Ausnahme des Sphincter ani internus und des Retractor penis (vom Pferde); b) in dem Herzen aller Wirbelthiere, in der Speiseröhre der Nagethiere (Gulliver), in der Iris der Vögel (Treviranus), in dem Darmkanale der Schleihe, Cyprinus tinca (Reichert), und in dem Magen des Wetterfisches, Cobitis fossilis (Budge).

Kennzeichen.

17. Sie sind nur mikroskopisch zu unterscheiden; jedes Muskelprimitivfaserbündel kann zwischen $^1/_{32}$ bis $^1/_{140}$ P. L. breit sein, hat eine gelbliche Farbe und zeigt auf seiner Oberfläche bald mehr, bald minder zahlreiche Querstreifen, welche bald ununterbrochen, bald in Unterbrechungen erscheinen. An Stellen, an welchen man die Querstreifen nicht bemerkt, sieht man sehr feine, gleichfalls häufig unterbrochene Langsfasern. Jedes Muskel

primitivbündel ist von einer dünnen Hülle, Myolemma oder Sarcolemma, umgeben, welche die eigentlichen Primitivmuskelfasern umgiebt. Es ist noch unentschieden, ob die Querstreifen der Hülle der Muskelprimitivbündel angehören, oder ob die primitiven Längsfasern, welche den Inhalt ausmachen, von Stelle zu Stelle variсös angeschwollen (variсös) sind. — Die Querstreifen verschwinden nicht in gekochtem und lange gekautem Fleische, erscheinen vielmehr gerade unter diesen Umstanden sehr bestimmt; sie sind selbst noch deutlich sichtbar im ausgebrochenen und eine Zeit lang dem Magensafte schon ausgesetzt gewesenen Muskelfleische; hingegen werden sie bald durch Einwirkung des starken künstlichen Magensaftes, der Maceration, des Alkohols und des Einsalzens unkenntlich. Auch an wenig bewegten Theilen, an gelähmten Muskeln verschwinden sie oft ganz und anstatt ihrer erscheinen bloss Langsfasern. Bei lange aufbewahrten Fröschen ist diese Erscheinung an den Extremitäten ganz gewöhnlich. Die primitiven Längsfasern sind oft nicht breiter als $^1/_{1000}$ P. L. (Fig. 36).

18. Die zweite Art der Muskelfasern nennt man cylindrische. Sie kommen vor: a) in allen willkürlich und nicht willkürlich bewegten Muskeln der Weichthiere, Mollusca, b) im ganzen Darmkanale mit den No. 16 angegebenen Ausnahmen; in den Uretheren, den Vasa deferentia, dem Ductus choledochus, den Ausführungsgängen der Speicheldrüsen, der Harnblase, dem Uterus, den Tuben oder Eileitern, den Samenblasen, der Gallenblase (?). Cylindrische Muskelfasern. Vorkommen.

19. Ihre Primitivbündel sind schwerer zu sondern, als die quergestreiften, sie sind glatte, blasse, etwa $^1/_{160}'''$ breite Fasern und zeigen auf ihrer Oberfläche, wenn sie vorher mit verdünnter Essigsäure betupft worden sind, häufig Kerne (Fig. 37). Kennzeichen.

20. Den Übergang von diesen Fasern zu den Bindegewebefasern bilden die Fasern der Iris der meisten Iris.

Thiere (s. hingegen No. 16), welche häufig in ihrer Structur grössere Ähnlichkeit mit Bindegewebe als Muskelfasern haben.

Functioneller Unterschied beider Muskelarten.

21. Die Muskeln mit quergestreiften Fasern zeigen, wenn sie gereizt werden, meistens eine rasche, energische Bewegung, und nach E. Weber ziehen sie sich in demselben Augenblicke zusammen, wo sie gereizt werden, und extendiren sich sogleich, nachdem der Reiz aufgehört hat. Nur das Herz macht eine Ausnahme. Nach Reizung zieht es sich zwar rasch und energisch zusammen, aber nach der Reizung dauert seine Bewegung noch fort.

22. Die Muskeln mit cylindrischen Fasern ziehen sich in der Regel langsam und nicht energisch zusammen. Werden sie gereizt, so vergeht eine gewisse Zeit, ehe Contraction eintritt, und nach dem Aufhören des Reizes hält die Bewegung noch an.

2) elastisches Gewebe. Vorkommen.

23. Das elastische Gewebe kommt vor im Ligamentum nuchae der Säugethiere, in den Ligamenta flava der Wirbel, den Stimmbändern, der mittleren Arterienhaut, der äusseren Haut, dem Kehlkopfe, der Luftröhre, den Lungen, den cavernösen Körpern des Penis.

Kennzeichen.

24. Wo es in Organen in grösserer Menge vorkommt, giebt es sich durch seine gelbe Färbung gleich zu erkennen, sowie andrerseits durch seine grosse Elasticität. Seine Primitivfasern haben dunkle Ränder, sind am Ende oft spiralig gewunden, theilen sich häufig gabelförmig und haben eine Breite zwischen $^1/_{1200}$''' bis $^1/_{400}$''' (Fig. 38). Es kommen auch Übergänge vom elastischen Gewebe zu den Fasern des Bindegewebes vor in den sogenannten Kernfasern (s. No. 26).

Bindegewebe. Vorkommen.

25. Das Bindegewebe (Zellgewebe) kommt vor in den Lücken zwischen den einzelnen Geweben, unter der Cutis in fibrösen und serösen Häuten, der Tunica nervea des Darms, den Sehnen, Bändern, der Tunica dartos, den Corpora cavernosa des Penis, in den Gefässen.

26. Es zeigt sich in hellen, geschlungenen, sehr schmalen ($^1/_{1200}$''' bis $^1/_{3000}$''') Fasern, deren Ränder nicht so dunkel, als die des elastischen Gewebes sind. Mit blossem Auge gesehen ist es weiss (Fig. 39). — Um Bündel von Bindegewebe legen sich zuweilen sehr feine, spiralförmige Fasern und ausserdem aus länglichen Kernen zusammengesetzte dickere, welche Henle Kernfasern nennt und welche einen Übergang zum elastischen Gewebe machen. Während das Bindegewebe durch Essigsäure undeutlicher wird, werden diese Umhüllungsgewebe deutlicher. Kennzeichen.

27. Unter den Organen mit elastischem Gewebe zeigen die Arterien und die Haut, unter den Organen mit Bindegewebe die Tunica dartos, die Haut und die Gefässe Contractilität. Die übrigen aus diesen Geweben bestehenden Organe scheinen nicht contractil zu sein. Contractiles Binde- und elastisches Gewebe.

28. Durch langes Kochen werden Bindegewebe und auch elastisches Gewebe in Leim verwandelt (doch das letztere weniger leicht als das erstere), Muskeln hingegen nicht. Die filtrirte Lösung der Muskelsubstanz in Essigsäure wird von Kaliumeisencyanid stark präcipitirt, während unter denselben Verhältnissen kein Niederschlag oder ein sehr geringer in der Lösung von Bindegewebe oder mittlerer Arterienhaut entsteht. Die festen Substanzen des Muskelfleisches bestehen ausser den Nervenhüllen und den Gefässen aus den Fasern des geronnenen Faserstoffs. Die aus dem frischen Fleische herausgepresste sauer reagirende Flüssigkeit hingegen enthält: Albumin, Farbestoff, ferner das Kreatin, welches den eigenthümlichen Fleischgeschmack abgiebt und Krystalle bildet, dann Inosinsäure, Milchsäure und besonders viel Kalisalze (Liebig). Chemische Verschiedenheiten der drei Gewebe.

29. Das contractile Binde- und elastische Gewebe ziehen sich eher nach mechanischen als galvanischen Reizen zusammen; das beste Reizmittel für die Muskeln ist der Galvanismus. Die Muskeln ziehen sich meist Organische Verschiedenheiten.

rascher und energischer zusammen, als die Organe mit den beiden anderen contractilen Geweben. Die cylindrischen Muskelfasern bilden von den letzteren einen Übergang zu den quergestreiften.

Electrische Strömung in den Muskeln.

30. Während des Lebens und zwar hauptsächlich während der Unthätigkeit der Muskeln ist beständig ein galvanischer Strom zwischen dem Inneren und der Oberfläche des Muskels vorhanden (Matteucci). An sehr empfindlichen (Nobilischen) Galvanometern bemerkt man eine Abweichung der Magnetnadel, wenn zwei Drahte mit ihm in Verbindung gesetzt werden, von denen der eine das Innere des Muskels oder seinen Querschnitt, der andere die Oberfläche oder überhaupt seinen Langsschnitt berührt. Auch zwischen der Sehne und dem rothen Fleische findet ein Strom statt, der z. B. in dem M. gastrocnemius des Frosches immer von der Sehne nach dem Fleische, d. h. nach dem Kopfe hin gerichtet ist. — Du Bois-Reymond betrachtet die Sehne als einen Überzug über den natürlichen Querschnitt des Muskels. — Werden zwei Querschnitte oder zwei Längenschnitte mit einander verbunden, so zeigt sich zwar abermals ein Strom, der jedoch viel schwächer ist, als im ersten Falle.

31 *). Die zwei wichtigsten Eigenschaften des lebenden Muskels sind seine (physikalische) Ausdehnbarkeit und seine (organische) Contraction.

Elasticität der Muskeln, 32 — 36.

32. Während des Lebens werden die Muskeln im Zustande der Ruhe durch die Knochen, an welche sie angewachsen sind, gespannt. Wird ein Ende abgeschnitten, so zieht sich der Muskel zu seiner natürlichen Länge zurück; seine Spannung ist aufgehoben. Wird ein Glied gebeugt oder gestreckt, so vermehrt sich die Spannung in dem antagonistischen Muskel.

*) Im Folgenden ist die neueste Arbeit von E. Weber (Wagner's Handwörterbuch d. Physiol. III, 2) vielfach benutzt

33. Je mehr ein lebender Muskel durch Ausdehnung gespannt ist, desto weniger lässt er sich noch weiter ausdehnen. Geschieht die Ausdehnung durch angehängte Gewichte, so ist dieselbe relativ grösser bei geringer, als starker Belastung. Ein Muskel von 24,95 Millimeter Länge wurde durch eine Belastung von 1 Gramm um 5,05 Millimeter verlängert, durch eine weitere Belastung von 1 Gramm hingegen nur noch um 2,30 Millimeter u. s. w. (Schwann, E. Weber).

Elasticität nach dem Tode.

34. Einige Zeit nach dem Tode verlieren die Muskeln ihre Ausdehnbarkeit in hohem Grade und zerreissen viel leichter. Eine Viertel- bis halbe Stunde nach der Enthauptung eines Frosches riss der M. gastrocnemius nicht bei einer Belastung von 540 Gr., während 24 Stunden später dies bei einer Belastung von 277 Gr. geschah (Valentin).

nach Ermüdung.

35. Ebenso verliert ein noch lebendiger, aber durch Anstrengung ermüdeter Muskel an seiner Fähigkeit, ausgedehnt zu werden. Wenn man daher einen Muskel anhaltend gereizt und auf diese Weise ihm Kraft genommen hat und hangt während der Reizung Gewichte an, so nimmt seine Ausdehnbarkeit ab. — Im Anfange der Reizung hingegen bis zu einer gewissen Gränze, wahrscheinlich bis dahin, wo der Muskel nicht mehr in voller Lebenskraft ist, ist auch seine Ausdehnbarkeit noch sehr gross. Wurde derselbe Muskel (in einem Versuche von E. Weber) mit 25 Grammen belastet und acht Mal hinter einander gereizt, so ergab sich, dass seine Verlängerung bei der zweiten Reizung 6,65 Millimeter betrug,

bei der	dritten	Reizung	nur	6,05,
„	vierten	„	„	2,95,
„	fünften	„	„	1,6,
„	sechsten	„	„	1,4,
„	siebenten	„	„	1,2,
„	achten	„	„	0,55.

Jene Gränze tritt natürlich später bei geringer, als starker Belastung, d. h. Muskelanstrengung, ein.

36. Ebenso nimmt der todte ausgedehnte Muskel nicht mehr, wie der lebende, seine natürliche Länge an, weil er seine Elasticität eingebüsst hat.

Muskelreizung, 37—53.

37. Durch viele Agentien, welche während des Lebens oder einige Zeit nach dem Tode auf den Muskel einwirken, zieht sich derselbe zusammen.

38. Diese Agentien nennt man Muskelreize. Man zählt zu denselben die mechanischen, chemischen, electrischen, Kälte und Wärme. Den mächtigsten Reiz und zugleich den gewöhnlichsten auf den Muskel üben hingegen die zum Muskel gehenden Bewegungsnerven aus, wenn sie durch irgend einen Einfluss (No. 152 fg.) gereizt worden sind. Die blosse Berührung eines Muskels durch den Querschnitt des heraushängenden Nerven an dem abgeschnittenen Schenkel eines Frosches ruft bei sehr reizbaren Thieren oft schon eine Zuckung hervor (A. v. Humboldt, J. Müller). — Werden Muskeln galvanisch gereizt, so entsteht die Zuckung in dem Augenblicke, in welchem die zwei mit den beiden Polen des galvanischen Apparates in Verbindung stehenden Drähte den Muskel berühren, d. h., wo die Kette geschlossen ist, man nennt diese Zuckung: Schliessungszuckung. So lange die Drähte den Muskel berühren, ist der Muskel ruhig, und es entsteht erst wieder eine Zuckung (Öffnungszuckung) in dem Augenblicke, in welchem ein Draht von dem Muskel abgezogen, d. h. die Kette geöffnet wird. — Ununterbrochene Wirkungen entstehen daher nur, wenn Schliessung und Öffnung der Kette ununterbrochen sich folgen, wie dies z. B. durch den magneto-electrischen Rotationsapparat erreicht werden kann.

Da sich Electricität auf so mannichfache Weise erzeugt, so hat man viele Mittel, die electrische Reizung eines Muskels in Anwendung zu bringen, so z. B. durch Berührung mit zwei eine Kette bildenden verschiedenen

letallen (Kupfer und Eisen), welche ungleichmassig rwarmt sind; oder mit zwei Drähten, von denen einer ı kali, der andere in Säure getaucht ist, wenn zwischen en Kali und Säure enthaltenden Gefässen ein dritter raht die Verbindung herstellt u. s. w.

39. Obwohl man bei jeder Contraction einen Reiz ipponirt, so kann man ihn doch bis jetzt nicht überall ichweisen. So kennt man z. B. nicht mit Sicherheit is Motiv zur ersten Bewegung des Herzens, zur Beegung der Extremitäten beim Fötus, des Uterus zur Zeit r Geburt, Hinsichtlich einer Muskelbewegung sind gar die Ansichten abweichend, ob man sie für eine tale oder physikalische Eigenschaft halten soll, nämlich r Todtenstarre.

40. Über die Todtenstarre, rigor mortis, sind hauptchlich Untersuchungen angestellt worden von Nysten, agendie, Orfila, Sommer, Brücke, Gierlichs d Bruch. Sie besteht darin, dass frühestens 10 Miten und spatestens 7 Stunden nach dem Tode von enschen (Sommer) zuerst der Hals und der Unterefer, dann die übrigen musculösen Theile steif werden. er Unterkiefer ist straff gegen den Oberkiefer angezogen, Glieder sind meist etwas gebeugt. Auch das Herz und bst die Gedärme werden nach Gierlichs steif. Der gor tritt immer erst auf, wenn die Reize, welche man f Muskeln anwendet, ohne Wirkung bleiben (Gierlichs, uch), wenn das Nervensystem völlig erstorben ist. i Thieren, bei welchen erst lange nach dem Tode die izbarkeit erlischt, z. B. Fröschen tritt der Rigor spät, nchmal erst nach mehren Tagen, ein, — dagegen bei geln, wo das umgekehrte Verhältniss Statt findet, sehr ch nach dem Tode. — Nach Durchschneidung der skeln eines Gliedes wird dasselbe wieder beweglich, er die Muskeln selbst bleiben steif. In gelähmten Glien, nach dem Tode durch Narcotica oder den electrien Schlag, tritt dennoch die Todtenstarre ein. — Die

Todtenstarre.

Ursache der Todtenstarre ist noch nicht vollständig ermittelt. Nysten, Gierlichs und Bruch betrachter sie als die letzte Erscheinung der Contractilität; Sommer, Orfila und Brücke als eine Folge der Gerinnung des Blutes oder des in den Muskelfasern noch vorhandenen Faserstoffs. Gegen die letzteren Ansichten scheint zu sprechen, dass die Erscheinung nicht ausbleibt, wenn Thieren der Faserstoff aus dem Blute durch Schlagen entzogen worden ist (Magendie, Gierlichs), und auch wenn man liqu. kali caustici in die Adern injicirt und dadurch die Gerinnung des Blutes verhindert, endlich dass die Gerinnung eher eintritt, als der Rigor (Gierlichs). E. Weber betrachtet den Rigor mortis nicht als Zeichen einer organischen, sondern einer physikalischen Bewegung. Indem nämlich nach dem Tode die Ausdehnbarke der Muskeln bedeutend abnimmt, so kehren dieselbe zu ihrer natürlichen Länge zurück. Während sie in lebendigen Körper zwischen den Knochen ausgespann erhalten bleiben, ziehen sie diese nach dem Tode enge an einander.

Abhängigkeit der Muskelbewegung von den Nerven.

41. Die oben (s. No. 38) erwähnten Reize bringe denselben Effect, ja sogar noch einen stärkeren hervo wenn sie anstatt des Muskels die Nerven treffen, welch zu jenem hingehen. — Wenn aus einem Muskel so vi als möglich die Nerven herauspräparirt sind, so wirke die anwendbaren Reize oft viel schwächer, oft gar nich Wenn ferner während des Lebens von Thieren un Menschen die Nerven eines Gliedes durchgeschnitten sin so hört bald die Empfänglichkeit des Muskels für Reiz zu einem grossen Theile auf. — Wenn endlich nach de Tode eines Thieres, dessen Gedarme sich noch lebhaft be wegen, ein grosses Darmstück ausgeschnitten wird, so daue die Reizbarkeit desselben nicht so lange fort, als die Rei barkeit des noch im Zusammenhange befindlichen Darme

42. Diese Beobachtungen machen es wahrscheinlic dass die Muskelreize hauptsächlich durch Vermittelung d

erven wirken, und dass also die Contraction der Muskeln ie directe Folge einer gewissen Nervenveränderung sei, velche durch Reize erzeugt worden ist. Es ist hiermit icht gesagt, dass die Nerven eine ihnen zukommende igenschaft auf die Muskeln übertragen, am wenigsten ber die Bewegungskraft, da sich die Nerven gar nicht ewegen. Die Bewegungsfähigkeit ist vielmehr nur den uskeln inharirend; den Anstoss zur Bewegung erhalten e aber in den meisten Fällen wenigstens durch Vermittelung der Nerven. Der Vorgang in den Nerven, welier der Reizung folgt, ist gänzlich unbekannt.

43. Mit der Beobachtung, dass die Muskelbewegungen n Haufigsten von den Nerven aus zur Thätigkeit verilasst werden, lässt es sich durchaus vereinigen, dass ch andere Einwirkungen eine Zusammenziehung der uskeln herbeiführen können. Da sich in neuerer Zeit iige Thatsachen ergeben haben, aus denen hervorgeht, ss bei völliger Unabhängigkeit von den Nerven die iskeln sich dennoch contrahiren können, so ist das erhaltniss der Nerventhätigkeit zu den Muskeln so unfahr aufzufassen, wie das des Lichtes zum Sehen. Die i Weitem vorwaltendste Bedingung des Sehens bildet s Licht, nichts desto weniger können auch mechanische, ectrische u. andere Affectionen der Retina eine Gesichtsnpfindung hervorbringen. So bilden auch die Muskelrven nicht nur die häufigsten, sondern auch die naturmässesten Bewegungsreize der Muskeln. Nichts desto eniger kann der Muskel noch anderweitig ohne Mitrkung der Nerven zur Bewegung angeregt werden. — erfür sprechen folgende Thatsachen: a) Der Galvanismus wirkt leicht Contractionen im Muskelgewebe, aber nicht contractilen Bindegewebe. b) Reid durchschnitt bei oschen alle Nerven der hinteren Extremitäten und ichte die eine Extremität täglich in die Kette eines vanischen Stromes, zwei Monate lang. Diese Seite, lche also gewissermassen geübt war, zeigte sich gut

genährt, die andere nicht galvanisirte war welk und abgemagert. Man könnte hiernach annehmen, dass die Entziehung der Übung die Reizbarkeit des gelähmten Gliedes aufhebe, indem sie die Ernährung der Muskeln beeinträchtige. c) In den Muskeln, deren Nerven durchgeschnitten sind, schwindet zwar die Reizbarkeit, aber erst später, als in den Nerven (Fontana, Stannius, Longet). d) Durch den Lichteinfluss verändert sich lange nach dem Aufhören jeder Nerventhätigkeit die Weite der Pupille (Harless). e) Muskeln von Thieren, bei denen die Nervenreizbarkeit durch Chloroform momentan spurlos verschwunden ist, contrahiren sich noch nach Reizen, welche sie direct treffen (Harless). Vergl. No. 53.

Wirkung des Blutes auf Muskelbewegung.

44. Ob zu den No. 38 genannten Reizen auch das Blut gerechnet werden kann, ist bis jetzt nicht vollkommen ermittelt. Man hat zu verschiedenen Zeiten das Blut als Reiz der Herzbewegung (wahrscheinlich mit Recht) betrachtet (Haller, Kürschner, Budge). Das Eintauchen lebender Muskeln in Blut bringt jedoch nach den jetzigen Erfahrungen keinen sichtlichen Erfolg hervor.

45. Entziehung von Blut ist hingegen von sehr bestimmtem Einflusse auf die Bewegung. Wenn die Hauptarterie eines Gliedes unterbunden wird, so wird dasselbe bei Säugethieren schon nach 8 bis 10 Minuten (Segalas), bei Fröschen aber erst nach mehren Stunden und selbst noch später (Engelhardt, Valentin) schwach und sogar gelähmt, so dass die Thiere das Glied nur nachschleppen. — Nach dem Tode eines Thieres, dem während des Lebens die Hauptarterie des Gliedes schon eine Zeit lang unterbunden war, hört die Reizbarkeit rascher auf, als im gesunden Gliede, und jenes kann bei seiner Contraction kein so starkes Gewicht heben, als dieses (Engelhardt). Aus diesen Beobachtungen folgt, dass die Ernährung des Muskels eine unerlassliche Bedingung ist, ohne welche die Contraction desselben nicht zu Stande kommt.

16. Nach dem Tode eines Thieres bewegen sich viele Muskeln noch von selbst weiter, ohne dass ein besonderer Reiz auf sie angewendet worden ist. Am deutlichsten springt dies in die Augen an dem Herzen. Bei Fröschen schlägt nicht selten, nachdem alle Spur von Empfindung und willkürlicher Bewegung aufgehoben ist, noch einen ganzen Tag und selbst längere Zeit das Herz fort; auch bei Säugethieren zuweilen noch eine Stunde, selten länger. — Das ausgeschnittene Herz von Fröschen pulsirt sogar noch viele Stunden, das von Säugethieren noch mehre Minuten. Unter dem Mikroskope hat man selbst noch Stückchen von Kaninchenherzen 48 Stunden sich bewegen gesehen (Remak). — Ausser am Herzen sieht man nach dem Tode Bewegungen des Darms oft mehre Stunden lang fortdauern. Gleich nach dem Eröffnen der Bauchhöhle sind die Bewegungen minder stark, als etwas später, welche Erscheinung man dem Zutritte der Luft zuschreibt. — Ein getrenntes Darmstück stellt aber viel eher seine spontanen Bewegungen ein, als die noch in der Bauchhöhle liegen gebliebenen. — Am Zwerchfelle bemerkt man zuweilen noch einige Stunden nach dem Tode spontanes Zucken und an allen Muskeln kurze Zeit. Unter dem Mikroskope sah Remak Stückchen Zwerchfell noch 24 Stunden nach dem Tode wellenförmige Bewegungen machen. — Bei niederen Thieren (wie Branchipus [Budge] Phalangium Opilio) machen in abgerissenen Füssen die Muskeln zuweilen noch lange Zeit spontane, oft sehr regelmässige Bewegungen.

Muskelbewegungen nach dem Tode.

47. Neben den spontanen Bewegungen nach dem Tode müssen wir auch die bemerken, welche nach angewandtem Reize entstehen. Bei Saugethieren sind diese bis $1^1/_2$ Stunden nach dem Tode (Phöbus und Wilgenroth) zu bemerken, und zwar dauert die Reizbarkeit nach den eben genannten Forschern in folgender (approximativer) Zeitdauer fort: linke Herzkammer 16 Minuten nach dem Tode, Dickdarm 25, Muskeln des Kopftheils

und Halses 26, linker Vorhof des Herzens 30, Dünndarm 35 bis 40, rechte Herzkammer 40, Speiseröhre 44, Kaumuskeln 46, Zwerchfell 51, Gesichtsmuskeln 53, Rumpfmuskeln 60 bis 70, Muskeln der Hinterbeine 70, Muskeln der Vorderfüsse 80 bis 90, rechte Herzkammer 85 bis 90.

48. Es ergiebt sich aus dem Vorhergehenden, dass keineswegs die der Willkür entzogenen, noch auch die cylindrischen Muskeln länger nach dem Tode durch Reizung in Bewegung gesetzt werden können, als die quergestreiften.

Erscheinungen während der Contraction.

49. Während der vollständigsten Contraction eines Muskels sind seine Fasern gerade und gestreckt (Fodera, Owen, Allen Thomson, E. Weber) und die Querfasern rücken einander näher (Bowman, Remak). Unmittelbar nach derselben, ehe der Muskel zu seiner normalen Länge zurückkehrt, legt er sich in Zickzackfalten, welche unter dem Mikroskope und oft mit einer merkwürdigen Regelmässigkeit sich zeigen. Da diese Zickzackfalten leichter gesehen werden, als die gerade Streckung, so sahen ihre Entdecker, Prevost und Dumas, welche ihre Beobachtungen an abgeschnittenen Muskeln machten, jene als das Resultat der stärksten Contraction an. Ein abgeschnittener, noch reizbarer Muskel zeigt häufiger solche Falten, als wenn er noch zwischen Knochen befestigt ist. Auch bemerkt man unter solchen Verhältnissen wellenartig fortschreitende Bewegungen (Ficinus). Schneidet man einen Muskel während des Lebens oder kurz nach dem Tode bei einem Thiere durch, so treten die beiden Enden oft 10 Linien aus einander. Die getrennten Fasern legen sich in oft sehr regelmässigen Zickzacken zusammen.

Volumen des contrahirten Muskels.

50. Während der Verkürzung des Muskels nimmt er fast ebenso viel an Dicke zu, als er an Länge verliert. Wird ein Muskel in Wasser gelegt und dann gereizt, so steigt nach einigen Beobachtern (Borelli, Prevost und Dumas, Valentin) weder der Spiegel der Wassersäule, noch sinkt er, — nach andern Beobachtern hin-

gegen (Erman, Marchand, E. Weber) sinkt er ein wenig, so dass also während der Contraction sich die Muskelmasse condensirt.

Verkürzungsgrösse des contrahirten Muskels.

51. Im Anfange der Reizung verkürzt sich der Mus-el am stärksten. Nachdem diese Verkürzung schon nach inigen Secunden (bei Froschmuskeln) ihr Maximum er-eicht hat, beginnt der Muskel sich wieder vermöge seiner lasticität zu verlängern, bis er seine normale Länge er-eicht hat. Der Übergang von der grössten Verkürzung is zur normalen Länge bei fortdauernder Reizung erfolgt ber so, dass die Verlängerung in dem ersten Zeitraume ach der stärksten Verkürzung am grössten ist und in dem der folgenden gleichgrossen Zeiträume immer kleiner ird (E. Weber).

52. Die grösste Verkürzung eines Muskels während er Contraction kann nach Prevost und Dumas ¼ er Länge des Muskels, nach E. Weber hingegen an derselben ausmachen.

Ermüdung.

53. Nachdem ein Muskel durch längere Reizung un-hig zur Contraction geworden oder ermüdet ist, so kann wieder von selbst sich erholen. Diese Eigenschaft ommt sogar den von dem übrigen Körper getrennten uskeln zu (Valentin, E. Weber).

Muskelkraft

54. Die Kraft, welche ein Muskel zu überwinden rmag, lässt sich mit einem Gewichte vergleichen, wel-es er aufzuheben im Stande ist. Das Maximum der Kraft dem Gewicht proportional, welches gerade nicht mehr fgehoben werden kann. Die Kraft hangt von der Menge r Fasern eines Muskels, d. h. von seinem Querschnitte, . Reducirt man die Kraft eines Muskels auf ein bestimm- Maass, z. B. einen Quadratcentimeter, so fand E. We-er, dass ein Quadratcentimeter Froschmuskel einem Ge-chte von 692,2 Grammen gleichkam. Ferner berechnete aus dem Kraftmaasse der Wadenmuskeln bei drei Men-en, dass ein Quadratcentimeter eines Muskels vom Men-aen gleichkam beim ersten Individuum 1087 Grammen, bei

einem zweiten 720, bei einem dritten 701. Ein Muskel, dessen Querschnitt einen Quadratzoll ausmacht, würde hienach ungefähr 97 Unzen zu heben im Stande sein.

Während der Ermüdung.

55. Ermüdete Muskeln verkürzen sich weit weniger bei starker, als bei geringer Belastung, und wenn die Belastung im Verhältnisse zu dem Ermüdungsgrade zu gross ist, so wird der Muskel, anstatt verkürzt zu werden, verlängert (E. Weber).

Beispiele von Muskelkraft.

56. Sehr bedeutend ist die Kraft, welche Muskeln während des Lebens oder kurz nach dem Tode auszuüben im Stande sind. Mit beiden Händen trägt ein Mensch über 10 Jahren mehr, als sein Körper schwer ist (Quetelet) und zieht noch eine beträchtlich grössere Last. Ein einzelner Muskel, z. B. der gastrocnemius, kann bei grosser Anstrengung ein Gewicht überwinden, welches 2000 Mal sein eigenes übertrifft (Valentin). — Sobald hingegen die Reizbarkeit eines Muskels erloschen ist, zerreisst er viel eher, schon bei einer Last, welche das Gewicht des Muskels 200 Mal übertrifft.

57. Die Kraft, welche die Muskeln ausüben können, scheint grösser bei Menschen, als bei vielen Thieren zu sein. Ein Pferd überwindet eine drei Mal so grosse Last, als es wiegt; ein Mensch hingegen eine fünf bis sechs Mal so grosse Last (Haller). Man weiss von Menschen, welche mit den Zähnen (also vermittelst der Kaumuskeln) 160 und sogar 300 Pfund aufhoben, Pfirsichsteine zerbrachen, welche einer Gewalt von 200 bis 300 Pfund widerstanden (Borelli, Haller). Ein Mädchen im Tetanus, welches so gekrümmt war, dass der Rücken 1 Zoll vom Bette abstand, konnte nicht gestreckt werden, als vier Männer sich auf dasselbe legten (Haller). — Hingegen überwinden Insecten, z. B. Flöhe, sogar eine Last, welche 70 bis 80 Mal ihr Körpergewicht übersteigt (Haller).

Schnelligkeit der Muskelbewegung.

58. Die Bewegungen der Muskeln können mit einer bewundernswerthen Schnelligkeit hinter einander ausge-

führt werden. Wenn das Herz im Hühnchen 150 Mal in der Minute schlägt, so kommt ein Schlag auf $^2/_5$ Secunden; rechnet man die Pause zwischen jedem Schlage auf die Hälfte Zeit, so nimmt die Contraction selbst nur $^1/_5$ Secunde weg, und da diese selbst aus drei Bewegungsabschnitten besteht, so nimmt eine Bewegung nur $^1/_{15}$ Secunde = 4 Tertien ein (Haller). — In zwei Secunden kann man 45 Buchstaben aussprechen, es kommen mithin auf jeden Buchstaben $2^2/_3$ Tertien, und wenn man gleichviel Zeit auf Contraction und Erschlaffung rechnet, nur $1^1/_3$ Tertie (Haller, Valentin).

59. Weil die Muskelkraft so bedeutend ist, so ist bei den Ansätzen der Muskeln nicht auf eine mögliche Kraftersparung, sondern auf andere Zwecke gesehen worden. Die Bewegung der Knochen durch die Muskeln ist eine Hebelbewegung. Unter Hebel versteht man bekanntlich jede Linie, Fläche oder jeden Körper, welche unbiegsam sind, welche an einem Punkte unterstützt oder befestigt sind, und um diesen Punkt nach verschiedenen Richtungen hin durch zwei auf den Hebel wirkende Kräfte sich drehen können. So ist z. B. ein auf eine Unterlage gelegter Stab ein Hebel. Die Unterlage, überhaupt den festen Punkt, nennt man das Hypomochlion. In dem angegebenen Beispiele wirken die Kräfte (Schwere) auf beiden Seiten des Hypomochlion nach unten hin, es entstehen zwei Arme des Hebels (ein zweiarmiger Hebel). In vielen andern Fällen hingegen wirken die Kräfte nicht zu beiden Seiten des Hypomochlions, so dass dies zwischen ihnen in der Mitte liegt, sondern nur an einer und derselben Seite desselben, es kann dann nur ein Hebelarm sein, welcher angegriffen wird: wenn z. B. ein Stab, welcher an einem Ende befestigt ist, nach einer Seite hin gedreht werden soll, so zieht seine Schwere ihn nach unten und ein an ihn angebundenes, seitlich angezogenes Seil zur Seite. Es ist dies das Beispiel eines einarmigen Hebels. Andere Beispiele s. in den Handbüchern der Physik. — Zu dieser Hebelbewegung.

8 *

Klasse von Hebeln gehören die Knochen; ihre eigene Schwere und die Schwere der etwa an dieselben angehängten Lasten, z. B. beim Tragen, bilden die eine Kraft, und die Contraction der Muskeln ist die andere Kraft. Das Hypomochlion ist im Gelenke, durch welches der Knochen an den benachbarten (bald mit, bald ohne Muskelhilfe) festgehalten wird. Wird z. B. der Vorderarm aufgehoben, mag er noch mit einer Last beladen sein, oder nicht, so ist sein Hypomochlion im Ellenbogengelenke, nachdem der Oberarm am Körper festgestellt worden ist; die Muskeln biceps und brachialis internus enthalten die eine Kraft, die Schwere des Vorderarms die andere. — Der Zweck eines jeden Hebels ist es, zwischen den beiden nach entgegengesetzten Richtungen wirkenden Kräften das Gleichgewicht herzustellen, oder, was dasselbe sagen will, soviel Kraft anzuwenden, um eine gegebene Last zu überwinden. Es kommt nun wenigstens in der Regel bei jeder Hebelwirkung darauf an, dass die Kraft gänzlich zur Herstellung des Gleichgewichts verwendet werde und sie keinen Verlust erleide. Die Physik lehrt aber, dass man eine um so grössere Kraft anwenden muss, um eine Last zu heben, je näher dem Hypomochlion dieselbe wirkt, und umgekehrt. Liegt die angewendete Kraft entfernter vom Hypomochlion, als die Last, welche überwunden werden soll, so wird an Kraft gewonnen sein. So ist z. B. die Einrichtung, wenn sich der Körper auf die Zehen stellt. Der vordere Fuss wird festgestellt und der hintere in die Höhe gehoben, der Schwerpunkt (die Last) liegt ungefähr in der Mitte des Talus, die hebende Kraft hingegen wird von den Wadenmuskeln ausgeführt, so dass diese also entfernter vom Hypomochlion liegt, als der zu besiegende Widerstand. — Bei andern Bewegungen verhält es sich verschieden. Wenn z. B. der Vorderarm, welcher vermöge seiner Schwere herabhängt, aufgehoben werden soll, so müssten die Muskeln, wenn sie nicht an Kraft verlieren sollten, nicht, wie es wirklich der Fall ist,

am oberen Ende der Ulna und des Radius, sondern am unteren Ende dieser Knochen, d. h. möglichst weit entfernt vom Hypomochlion, ihren Ansatzpunkt haben. Die meisten Muskeln sind aber ganz nahe dem Hypomochlion angewachsen und dadurch genöthigt, eine viel grössere Kraft zu entwickeln, als nothwendig gewesen wäre, wenn sie davon weit entfernt ihren Ansatzpunkt hätten. Dabei ist aber natürlich eine grosse Menge von Muskelfasern erspart, die sonst länger sein müssten, wodurch die Schönheit der Körperform beeinträchtigt worden sein würde.

60. Der Widerstand, den die Knochen zu leisten vermögen, beruht hauptsächlich auf den erdigen Theilen, welche ihn zusammensetzen. Diese sind phosphorsaure und kohlensaure Kalkerde, Fluorcalcium, phosphorsaure Magnesia. Sie betragen nach Berzelius 67,14%. Ausser diesen erdigen Bestandtheilen enthält der Knochen noch den sogenannten Knochenknorpel, welcher durch langes Kochen in Knochenknorpelleim (Glutin) verwandelt wird, ferner Fett und Gefässe. — Nach Frerichs enthalten die Wirbel 60,5%, die Kniescheibe 63,7%, das Brustbein 64,7%, die Rippen 65,3%, die Metatarsalknochen 65,9%, die Tibia 66,2%, der Radius 66,3%, die Fibula 66,5%, der Unterkiefer 68%, der Humerus 68,3%, das Felsenbein 70,2% erdige Bestandtheile. Zusammensetzung der Knochen.

61. Von den zusammengesetzten Bewegungen können nur die wichtigsten betrachtet werden. Zusammengesetzte Bewegungen.

62. Beim Stehen ruht der Körper auf dem Fersenbeine, dem Vorderende der Mittelfussknochen, den Zehen und dem äusseren Rande beider Füsse. Die M. tibialis posticus, peroneus longus und brevis, flexor longus hallucis und digitorum befestigen die untere, die M. tibialis anticus, peroneus tertius, extensor longus hallucis und digitorum befestigen die obere, die Wadenmuskeln mit ihrer Achillessehne befestigen die hintere Fussfläche an den Unter- und Oberschenkel vermittelst ihrer Contraction. Zugleich

werden Unter- und Oberschenkel, Wirbelsaule und Kopf durch ihre Streckmuskeln gestreckt.

Gehen. 63. Beim Gehen muss man zwei Acte unterscheiden, welche neben einander erfolgen; erstens wird der Rumpf durch eine Bewegung des einen Beines nach vorn gestossen, zweitens dient mittlerweile das andere Bein zur Stütze des Körpers. So übt um die Reihe das rechte und linke Bein die eine und andere Verrichtung. Das zur Stütze dienende Bein, auf dem der Körper also ruht, braucht nur sehr kurze Zeit, diese Function auszuführen, und daher kommt es, dass der Körper nicht das Gleichgewicht verliert, was hingegen der Fall ist, wenn er lange nur auf einem Beine steht. Während der rechte Fuss auf dem Boden aufsteht, wickelt sich der linke Fuss los, indem der hintere Theil sich hebt und das Bein auf der Zehe steht. Im nächsten Augenblicke macht das Bein eine Pendelschwingung nach vorn, der Oberkörper wird projicirt, und der Fuss erreicht den Boden. Sobald der linke Fuss den Boden erreicht hat, wickelt sich der rechte Fuss ab und macht dieselben Bewegungen, welche so eben der linke gemacht hatte. — Die Freiheit der Bewegungen im Gehen wird wesentlich dadurch unterstützt, dass der Kopf des Oberschenkels, welcher der Abschnitt einer Kugel ist, in der Pfanne durch den Druck der Luft festgehalten wird, und dass die Muskeln hierzu nicht mitwirken. Diese wichtige Entdeckung wurde von E. H. Weber gemacht. Nach Durchschneidung aller Muskeln um das Hüftgelenk fällt der Schenkelkopf doch nicht aus der Pfanne; dies geschieht aber sogleich, sobald vom Becken aus ein Loch in die Pfanne gebohrt wird. — Wird der in der Pfanne befindliche Schenkelkopf unter die Luftpumpe gebracht, so fällt er von selbst heraus.

Stimme. 64. Das Hervorbringen der Stimme im Allgemeinen und der articulirten Töne im Besonderen hängt davon ab, dass die Luft durch gewisse Bewegungen am Kehlkopfe und den darüber gelegenen Theilen genöthigt wird, zu

schwingen und die Stimmbänder in Schwingungen zu versetzen.

65. Werden an einem ausgeschnittenen menschlichen Kehlkopfe alle Theile desselben, welche oberhalb der (wahren) Stimmritzenbänder liegen, abgeschnitten und die Stimmritze dadurch verengt, dass man die beiden Cartilagines arytenoideae durch eine starke Nadel an einander heftet, sowie dass man in den Winkel der Cartilago thyreoidea eine Darmsaite zieht und diese über eine an einem senkrechten Stabe befestigte Rolle gehen lässt und sie mit Gewichten verbindet, wodurch die Cartilago thyreoidea nach vorn gezogen, mithin die Stimmbänder angespannt werden: — so ist man im Stande, durch ein Rohr, welches an das untere Ende des Kehlkopfs angebunden ist, einen Ton zu erzeugen, wenn man in eines hineinbläst. Dieser Ton hat nach der Stärke des Blasens verschiedene Stärke und nach der Grösse der Spannung und Verengerung der Stimmbänder verschiedene Höhe (J. Müller). Versuche am ausgeschnittenen Kehlkopfe.

66. Die erste Bedingung zur Erzeugung von Tönen ist die Verengerung der Stimmritze. Mayo hat bei einem Menschen, dessen Stimmritze in Folge einer Verwundung bloss lag, gesehen, dass sie sich beim Tonangeben linienartig verengert; ebenso Rudolphi. Bei Thieren hat man das Gleiche wiederholt beobachtet (Magendie, Budge u. A.). Wenn die Öffnung mehr als $^1/_{12}$ bis $^1/_{10}$ Zoll beträgt, so entsteht kein Ton mehr (Kempelen). Die Eröffnung betrifft aber hauptsächlich nur die vordere Hälfte der Stimmritze, die man desshalb auch Glottis vocalis nennt, während die hintere Hälfte (Glottis respiratoria) geschlossen bleiben muss, wenn ein reiner Ton entstehen soll. Dies beobachtete Magendie an Thieren, J. Müller an ausgeschnittenen Kehlköpfen. Verengerung der Stimmritze.

67. Kann aber die Stimmritze verengt werden, so ist Tonerzeugung noch möglich, nach Entfernung der Luftröhre durch starkes Einblasen an ausgeschnittenen Kehlköpfen Stimmritze das einzige Organ der Stimmbildung.

(J. Müller). Nach Verwundungen der Luftröhre, wenn sie nicht zu gross sind, ist Stimmerzeugung noch möglich, sowie endlich nach sehr starken Verwundungen oberhalb der Stimmritze bei Menschen (Nöggerath) und bei Thieren (Magendie). — Es steht daher fest, dass die Erzeugung der Stimme nur in der Stimmritze zu Stande kommt, und dass durch die Luftröhre nur (wie durch die Windlade eines Blasinstrumentes) die Luft zugeleitet wird.

Höhe der Töne. 68. Innerhalb der angegebenen Gränzen zur Stimmerzeugung überhaupt liegen die verschiedenen Veränderungen für Höhe und Tiefe. Die Höhe der Töne hängt zuletzt von der Menge von Schwingungen ab, welche in einer gewissen Zeit hervorgebracht werden. Die Zahl der Schwingungen wird aber bei sogenannten fadenförmigen elastischen Körpern, wozu die Saiten gehören, vermehrt durch Verkürzung und durch Spannung derselben. Man kann bekanntlich an einer gespannten Saite den Ton um eine Octave erhöhen, wenn man sie durch einen untergelegten Steg in zwei gleiche Theile theilt. Es stehen überhaupt bei elastischen, nicht steifen Körpern, wie die Saiten und Membranen (Paukenfelle) sind, die Schwingungsmengen im umgekehrten Verhältnisse zur Länge, während bei Stäben und Metallplatten u. s. w. die Schwingungsmengen im umgekehrten Verhältnisse zum Quadrate der Längen stehen. Die erste Klasse der tönenden Körper, welche allein hier in Betracht kommt, wird entweder in Schwingungen versetzt durch Anstossen oder durch Anblasen, d. h. also durch Andrängen der Luft. Wenn ein in einem Rahmen ausgespannter, nicht steifer, elastischer Körper durch Anblasen in schwingende Bewegung gesetzt werden und tönen soll, so geschieht dies am Besten, wenn er eine gewisse Breite hat. Man nennt ihn dann eine Zunge. Zungenwerke mit metallenen Flächen sind z. B. die Mundharmonika, die Maultrommel u. s. w. Man kann aber eben so leicht Zungenwerke mit membranösen

Zungen, z. B. durch Kautschuk, bereiten (J. Müller). Um an den Zungenwerken aber einen Ton hervorzubringen, ist es erforderlich, dass die Luft durch eine schmale Öffnung zur Zunge gelange, wodurch comprimirt sie Schwingungen zu erzeugen vermag. Es giebt nun wieder verschiedene Arten von Zungenwerken, welche sich alle darauf reduciren lassen, dass entweder nur eine schwingende Zunge vorhanden ist, oder zwei. Wenn man über die Öffnung einer Röhre zur Hälfte einen festen, nicht elastischen Körper befestigt, zur anderen Hälfte eine Kautschukmembran und zwischen beiden Körpern nur eine schmale Öffnung lässt, so haben wir ein Zungenwerk mit einfacher membranöser Zunge. Bläst man die Röhre an, so entsteht ein klarer Ton. Vertauscht man das feste Blatt mit einer zweiten Kautschukmembran, so stellt dies ein Zungenwerk mit doppelten membranösen Zungen dar. — Die Breite der Spalte hat, wenn sie, wie sich von selbst versteht, nicht zu gross ist, um den Ton aufzuheben, nach Müller keinen grossen Einfluss auf die Höhe. Die Spannung und die Länge der Membranen sind von der grössten Wichtigkeit. Der Ton wird durch Verkürzung immer höher, und bei künstlichen Zungenwerken kann man den Ton durch Anlegen des Fingers beträchtlich erhöhen. — Ein Zungenwerk mit doppelten membranösen Zungen ist auch das Stimmorgan des Menschen, und man kann bei enger Stimmritze einen reinen, vollen Ton durch Anblasen von der Luftröhre aus an ausgeschnittenen Kehlköpfen erzeugen. Die etwas grössere oder geringere Länge der Stimmritze hat, wie gesagt, auf die Höhe des Tons, nach Ferrein und Müller, keinen wesentlichen Einfluss, woraus man schliesst, dass nicht die Schwingungen der Luft das Hauptsächlichste sind, sondern die Schwingungen der Bänder selbst.

69. Bei der Erzeugung hoher Töne kann die Spannung der Bänder durch Verkürzung derselben ersetzt werden, so dass noch in ganz schlaffen Bändern sich Töne her-

vorbringen lassen, wenn diese hinlänglich verkürzt sind (Müller).

70. Die Höhe der Töne wird endlich bei gleicher Spannung durch stärkeres Anblasen bis zu einer Quinte und mehr gesteigert (Müller), so dass also zur Erhöhung des Tons hauptsächlich dienen: a) grössere Spannung, b) Verkürzung, c) stärkeres Anblasen.

Länge der Stimmbänder.

71. Kurze Stimmbänder sind dem weiblichen und kindlichen Körper eigen. Die weiblichen Stimmbänder sind sowohl in der Ruhe ($12\frac{2}{3}$ Millimeter), als auch in der grössten Spannung ($15\frac{2}{3}$ Millimeter) um $\frac{1}{3}$ kürzer, als die männlichen ($18\frac{1}{4}$ in der Ruhe, $23\frac{1}{6}$ in der Spannung) (Müller). Die auf ausgeschnittenen weiblichen Kehlköpfen leichter hervorzubringenden Töne sind im Allgemeinen höher (Müller).

Wirkung der Muskeln der Stimmbänder.

72. Die Anspannung der Stimmbänder bewirken die den Schildknorpel herabziehenden M. cricothyreoidei von vorn, die M. cricoarytenoidei postici von hinten. Die Erschlaffung dieser Bänder und damit die Tiefe der Töne veranlassen die M. cricoarytenoidei laterales und thyreoarytenoidei. — Die Verschliessung der Stimmbänder an dem hinteren, sog. respiratorischen Theile bringen die M. arytenoidei hervor.

Klang und Stärke des Tones.

73. Auf den Klang und die Stärke der Stimme haben verschiedene Vorrichtungen Einfluss: a) durch Herabdrücken des Kehldeckels werden die Töne dumpfer; b) durch Verengerung der Stimmritze wird der Ton klangvoller, auch bei völliger Verschliessung derselben entstehen, und zwar noch leichter, Töne; c) die Töne werden schwächer durch Wegnahme der Ventriculi Morgagni, der oberen Stimmbänder und des Kehldeckels; d) dadurch, dass die Röhre des Kehlkopfs in eine gabelig getheilte Röhre (Mund- und Nasenhöhle) übergeht, wird der Ton zwar in seiner Höhe nicht geändert, aber klangvoller (Müller).

74. Durch die Ventriculi Morgagni werden die Stimmbänder in den Stand gesetzt, frei zu schwingen (Malgaigne, Müller). Ventriculi Morgagni.

75. Durch die verschieden starken Spannungen der Stimmbänder, welche bei einzelnen Menschen sehr verschieden sind, lassen sich Töne in einem sehr grossen Umfange erzeugen. Man rechnet den Umfang der menschlichen Stimme auf $2^1/_2$ Octaven, sie erreicht selbst bei grossen Sängerinnen (Catalani) einen Umfang von 3 Octaven. An ausgeschnittenen Kehlköpfen konnte ihn Müller durch starke Spannung der Stimmbänder bis zu 2 Octaven erhöhen. Umfang der menschlichen Stimme.

76. Bekanntlich enthält die menschliche Stimme zwei Register von Tönen, von denen man das eine Bruststimme, das andere Falsetstimme nennt. Lehfeldt und Müller haben gefunden, dass bei grosser Abspannung der Bänder an ausgeschnittenen Kehlköpfen immer die erzeugten Töne der Bruststimme angehören, dass der Falsetton leichter bei schwachem Blasen erfolge, — dass aber der wesentliche Unterschied beider Register darin bestehe, dass bei Falsettönen bloss die feinen Ränder der Stimmbänder, bei den Brusttönen die ganzen Stimmbänder lebhaft und mit grossen Excursionen schwingen. Register der menschlichen Stimme.

77. Die Stimmbänder sind durch das elastische Gewebe, aus dem sie bestehen (s. B. III. No. 23), der grössten Schwingungen fähig. Es ist nicht nur auf die eigentlichen Stimmbänder vom Kehlkopf beschränkt, sondern verbreitet sich durch den grössten Theil des Kehlkopfs und ist namentlich in dem Ligamentum hyothyreoideum und cricothyreoideum deutlich. — Von anderen elastischen Körpern, z. B. von Kautschuk und Darmsaiten u. s. w., unterscheidet sich dasselbe dadurch, dass durch Anfeuchtung seine Fähigkeit, in Schwingungen versetzt werden zu können, keineswegs vermindert wird; und dass auch noch sehr kleine Bänder von elastischem Ge- Elastisches Gewebe der Stimmbänder.

webe im Stande sind, zu tönen, was bei Kautschukbändern nicht der Fall ist.

Töne am Gaumen, an den Lippen.

78. Töne werden, ausser durch die Stimmbänder, auch am Gaumen und an den Lippen hervorgebracht. Beim Schnarchen und Räuspern schwingen die Bogen des weichen Gaumens, wie Zungen, welche durch die durch den Mund strömende Luft am besten bei verschlossener Nase in Schwingungen versetzt werden. Das Gaumensegel wird herabgezogen und die Luft drängt sich zwischen ihm und der Zungenwurzel hindurch.

79. Das Pfeifen entsteht dadurch, dass die durch die stark verengerte Mundöffnung ausgepresste Luft wie an den Labialpfeifen in Schwingungen versetzt wird.

Vocale.

80. Das Aussprechen der Vocale wird dadurch bedingt, dass beim Durchströmen der Luft durch die Stimmbänder diese schwingen und das dadurch entstandene Geräusch verschieden modificirt wird bei seinem Durchgange durch den Raum zwischen Zunge und Gaumen. Dieser Raum, von Kempelen Mundcanal genannt, wird am meisten erweitert bei *u*, weniger bei *o*, noch weniger bei *a* und *e*, am wenigsten bei *i*. Gewöhnlich wird auch die Mundöffnung mehr oder minder verengt in folgender Ordnung, am meisten bei *u*, dann bei *o*, *i*, *e*, *a*; — doch ist diese Verengerung bei leisem Aussprechen der Vocale nicht absolut erforderlich.

Consonanten.

81. Die Consonanten zerfallen in die continuae und explosivae. Zur Hervorbringung der letztern sind zwei verschiedene Bewegungen, der ersteren nur eine Bewegung erforderlich; um z. B. *b* auszusprechen, müssen die Lippen zuerst geschlossen und dann beim Durchgange des Hauches geöffnet werden; um hingegen *f* auszusprechen, ist nur ein Bewegungsmodus erforderlich.

Continuae.

82. Die Continuae sind Hauche, welche a) ungehindert durch den Mundcanal durchgehen, bei *h*, b) bei verschlossenem Munde durch die Nase durchgehen, *m* und *n* c) in ihrem Durchgange gehindert werden durch die wie

zum Blasen verengten Lippen bei *f*, *w*, durch die am Gaumen hinten anliegende Zunge bei *ch*, und mit Vibration bei *r*. durch die vorn anliegende Zunge bei *t* und *sch*, durch die Annäherung der Zähne bei *s*.

Explosivae.

83. Bei den Explosivis *g* und *k* legt sich im ersten Momente der Zungenrücken an den Gaumen, und im zweiten erfolgt die Öffnung. Bei *d* und *t* legt sich die Zunge an die obere Zahnreihe oder den vorderen Gaumen. Bei *b* und *p* wird der Mund durch die Lippe geschlossen.

84. Man nennt *b*, *d*, *g* explosivae simplices, *p*, *t*, *k* explosivae aspiratae.

C. Functionen des Nervensystems.

Mikroskopische Beschaffenheit der Nerven 85 — 98.

85. Im ganzen Bereiche des Nervensystems findet man als wesentliche mikroskopische Elementartheile:) Fasern, 2) Ganglienkugeln.

a) Fasern 86 — 92.

86. Von Fasern kommen (diejenigen, welche zu den lutführenden Gefässen gehören, natürlich abgerechnet), erschiedene Species vor. Die eine ist das Zellgewebe, velches zur Verbindung der Nervenfasern mit dem Neulem und vielleicht unter sich dient und leicht durch die ben (s. No. 26) angegebenen Kennzeichen unterschieden rerden kann. Die vier übrigen Species gehören dem ervensysteme als solchem an. Es sind: a) breite pepherische, b) schmale peripherische, c) zellstoffähnliche,) centrale Primitivnervenfasern.

α) Breite peripherische Primitivfasern.

87. Breite peripherische Primitivnervenfasern. Ganz isch untersucht, stellen sie Röhren mit dunklen, einfachen andern und einem milchweissen, durchsichtigen Inhalte ar, etwa $^1/_{180}$, selbst $^1/_{130}$, $^1/_{200}$ bis $^1/_{400}'''$ breit. Sehr isch aber gerinnt der Inhalt und man sieht fast jedesmal, wenn man Nerven untersucht, die jetzt zu beschreiende Form der Primitivfasern bei einer sehr grossen nzahl derselben. Es lassen sich der Inhalt und die Um-

hüllungshaut (Fig. 41 a) unterscheiden. Die Umhüllungshaut oder Scheide des Nerveninhalts ist eine helle Haut, in welcher der bröckliche, doppelte Conturen zeigende Inhalt befindlich ist (Wagner). (Fig. 42 a, b). Die Ränder sind wellenförmig und gebuchtet und senden oft kleine Fortsätze nach innen (Fig. 41 a). Der Inhalt ist eine körnige, krumige, gewöhnlich nicht blasige Masse. In der Mitte erkennt man häufig, besonders durch Zusatz von Essigsäure, oder durch Kochen mit Alkohol einen helleren bandartigen Streifen, der sogar zuweilen hervorragt, Primitivband und Axencylinder genannt (Fig. 43).

β) Schmale peripherische Primitivfasern.

88. Schmale peripherische Primitivnervenfasern (auch sympathische Fasern) sind zwischen $^1/_{250}$ bis $^1/_{600}$''' breit haben keinen so reichlichen und keinen krumigen Inhalt sondern einen kleinkörnigen und zuweilen blasigen, bekommen seltener doppelte Conturen. So leicht es ist beide Arten, welche alle charakteristischen Kennzeichen der Breite, des Inhalts und der doppelten Conturen zeigen, von einander zu unterscheiden, wie z. B. in den N. ischiadicus (Fig. 44), so schwer ist es, in den nich seltenen Übergangsformen die rechte Diagnose zu stellen was z. B. in den Fasern des N. vagus der Fall ist

γ) Zellstoffähnliche Primitivfasern.

89. Zellstoffähnliche Primitivnervenfasern (auch gelatinöse Fasern oder Remaksche Fasern) machen eine Übergang von Zellstofffasern und Nervenprimitivfasern Sie sind blass, haben helle Ränder, liegen gestreckt un sind mit Kernen auf ihrer Oberfläche belegt. Ihre Breit beträgt $^1/_{200}$ bis $^1/_{500}$'''. Nicht selten verästeln sie sie (Fig. 45).

δ) Centrale Primitivfasern.

90. Centrale Nervenprimitivfasern (varicöse Fasern Sie haben die Eigenthümlichkeit, durch Zusatz von Wasser, durch einen mässig starken Druck und andere un bekannte Ursachen an einzelnen Stellen zu knötchen an zuschwellen, und da diese Anschwellungen zuweilen sel regelmässig sind (mehr bei Fröschen als Säugethieren

ein rosenkranzförmiges Ansehen zu gewinnen. Der Inhalt besteht mehr oder weniger aus Bläschen, welche mit Fettbläschen die grösste Ähnlichkeit haben. Sie haben sehr selten doppelte Conturen. Sie sind meistens schmä-ler als die oben genannten Fasern, haben eine Breite von $1/_{400}$ bis $1/_{1000}'''$; doch kommen auch breitere vor. (Figur 46 a, b).

91. Man findet die breiten peripherischen Nerven- Vorkommen der einzelnen Species.
primitivfasern am Meisten unvermischt in den vorderen (unteren) Nervenwurzeln des Rückenmarks, die schmalen am Meisten in dem sympathischen Nerven, in grosser Menge im N. vagus, in ziemlich grosser Menge in den hinteren Nervenwurzeln. Die zellstoffähnlichen Fasern kommen besonders in der Nähe der Ganglienkugeln vor, daher auch im Bereiche des N. sympathicus; sie lassen sich neben den Ganglienkugeln eine Strecke weit verfolgen. Man ist unentschieden, ob sie dem Zellgewebe oder dem Nervensysteme angehören. — Die centralen Fasern finden sich im Gehirne, dem Rückenmarke, dem N. opticus, olfactorius, acusticus.

92. Um die Diagnose der Nervenfasern haben sich hauptsächlich Fontana, Ehrenberg, Remak, Valentin, Bidder und Volkmann verdient gemacht.

93. Die Ganglienkugeln sind mikroskopische Körper- b) Ganglienkugeln, 93—94.
chen, welche bei Wirbelthieren ungefähr einen Durchmesser von 1/..0 bis 1/1..0''' haben, meistens in grösserer Zahl zusammenliegen, nur im Nervensysteme vorkommen, gelblich gefarbt, mit einer kleinkörnigen Masse, einem gewöhnlich runden Kerne und einem oder mehren Kernkörperchen gefüllt sind. Sie sind theils rund, theils länglich, zuweilen zackig und bieten überhaupt die verschiedensten Formen dar. Nicht selten hangen sie an Stielen, welche Nervenfasern sind (Fig. 47).

94. Die Ganglienkugeln bilden a) die peripherischen Ganglien, welche aus sehr vielen derselben zusammengesetzt sind und ausserdem theils schmale, theils zellstoff-

ähnliche Fasern enthalten, welche oft brückenartig die Ganglienkugeln verbinden; b) Ganglienkugeln kommen auch in so geringer Menge neben einander und selbst isolirt vor, dass sie nur mikroskopisch erkennbar sind, aber keine Ganglien bilden, so z. B. an den Nervenfäden des Herzens (Remak); c) im Gehirne und Rückenmarke finden sich Ganglienkugeln in grosser Menge, aber viel weicher, zarter, schwerer zu erkennen und schwerer zu isoliren.

Endigung der Primitivnervenfasern.

95. Von den Endigungen der Primitivfasern in der Peripherie kennt man bis jetzt mit Sicherheit: a) ihre Spaltung in feine Fasern. Am Mesenterium und in den Muskeln haben diese Spaltung Schwann, Müller und Wagner beobachtet. Besonders genau erkennt man nach R. Wagner diese Endigung an dem electrischen Organe des Zitterrochen. Von dem Ende einer Primitivfaser entspringen Äste, welche sich dichotomisch theilen (Fig. 49); b) ihre Endigung in den Pacinischen Körperchen. Diese, zuerst von Vater, später von Pacini aufgefunden, sind helle, fast durchsichtige Körperchen, ungefähr ½ bis ¾''' im Durchmesser, welche mittels eines kleinen Stiels an einem Nervenfaden anhängen. Durch den durchbohrten Stiel geht eine Primitivfaser in die Mitte des Körperchens hinein und endigt hier entweder einfach oder ein oder drei Mal gespalten. Die Körperchen bestehen aus (etwa 50) Schichten, welche wie die Häute einer Zwiebel concentrisch auf einander liegen. Zwischen denselben ist Flüssigkeit enthalten. Man hat diese merkwürdigen Organe bis jetzt bloss an den Hautnerven in der Handfläche und Fusssohle des Menschen und der Säugethiere, im Mesenterium der Katze, am N. cruralis und Plexus sacralis gefunden (Fig. 48). Bei Vögeln, Amphibien und Fischen sind sie noch nicht bestimmt nachgewiesen; — c) die bis dahin angenommene Endigung der Nerven durch Bildung von Schlingen ist in der neuesten Zeit zweifelhaft geworden.

Verhalten der Fasern zu den Ganglienkugeln.

96. Über das Verhältniss zwischen Ganglienkugeln nd Nerven weiss man bis jetzt mit Sicherheit, dass a) um ie Ganglienkugeln herum Fasern liegen, welche nicht ı das Innere derselben hereingehen, dies sind die zelltoffähnlichen oder Remakschen Fasern; b) dass aus den anglienkugeln selbst Fasern herauskommen und zwar ach den neuesten Untersuchungen von Wagner und ohin zwei, an den entgegenstehenden Enden der anglienkugel, und dass diese Fasern wirkliche Nervenısern sind (Fig. 50). Es ist aber noch nicht festgestellt, b diese Fasern in der Ganglienkugel wirklich entstehen, der, was das viel Wahrscheinlichere ist, ob die eintrende Faser auch wieder austritt. In diesem Falle dienten so die Ganglien nicht zur Vermehrung der Fasern, und ese wären nicht als Centralorgane zu betrachten, wenn an an diesen Begriff die Nothwendigkeit knüpft, dass ıs denselben neue Fasern hervorkommen. — Wahrheinlich ist es, c) dass es auch Ganglienkörper giebt, ıs denen nur eine Nervenfaser herauskommt. d) Sehr ele Ganglienkugeln sind vorhanden, welche mit gar inen Nervenfasern zusammenhängen, und die Anzahl der inglienkörper in einem Ganglion ist sehr häufig viel össer, als die der Nervenfasern, welche mit ihm in Verndung stehen.

Verlauf der Primitivnervenfasern in der Peripherie.

97. Die Primitivfasern der Nerven liegen alle isolirt ben einander, d. h. der Inhalt der einen geht niemals ıe Vermischung mit dem Inhalte der anderen ein. Wie sich hingegen damit innerhalb der Ganglien und in den ntraltheilen verhält, ist unbekannt.

Im Rückenmarke.

98. Bei dem Eintritte der hinteren (oberen) Nervenırzeln in das Rückenmark verschmälern sich die Primtivfasern und scheinen sich bis zum verlängerten Marke tzusetzen. Die Primitivfasern der vorderen Wurzeln agegen scheinen unfern der Stelle des Austritts im ckenmarke zu endigen. Beides ist jedoch noch untschieden.

Chemische Beschaffenheit der Nerven 99—102. a) Gehirn.

99. Das Gehirn enthält in 100 Theilen, nach Vauquelin, 80 Wasser, 7 Eiweiss, 5,23 Fett, 1,12 Osmazom, 1,5 Phosphor, 5,15 Asche (Schwefel, phosphorsaures Natron, phosphorsauren Kalk, phosphorsaure Magnesia, Chlornatrium).

100. Das Gehirnfett ist zum Theil phosphorhaltig. Nach Fremy besteht dasselbe zum Theil aus fetten Säuren: Cerebrinsäure, Ölphosphorsäure, zum Theil aus Margarin, Olein, frei oder an Natron gebunden. — Couerbe unterscheidet fünf Gehirnfette: Cholesterin (Gallenfett) Cerebrot, Stearokonot, Cephalot, Cerebrol. — Im Gehirne eines erwachsenen Menschen, welches im Mittel a[…] drei Pfund wiegt, sind über fünf Loth Fett enthalten.

b) Rückenmark.

101. Das Rückenmark ist in seiner Zusammensetzun[…] vom Gehirne, nach Vauquelin, nur dadurch unter[…]schieden, dass es mehr Hirnfett, weniger Eiweiss, Fleisch[…]extract und Wasser enthält.

c) Nerven.

102. Die Nerven scheinen eine analoge Zusammen[…]setzung mit Gehirn und Rückenmark zu haben. Durc[…] Kochen mit Alkohol schmilzt ein liquides Fett heraus un[…] die Nerven werden durchscheinend. In einer schwache[…] Lauge von kaustischem Kali löst sich das Albumin d[…] Marks auf und das Neurilem bleibt als offener Canal zu[…]rück (Berzelius).

Physikalische Erscheinungen im Nervensysteme 103.

103. Zwischen Neurilem und Nervenmark findet wäh[…]rend des Lebens, nach Matteucci und Dubois-Reymond, eine electrische Strömung Statt. Wird ein Dra[…] an das Innere eines Nerven und ein anderer an die Obe[…]fläche des Nerven gebracht und werden beide mit eine[…] empfindlichen Galvanometer in Berührung gebracht, […] entsteht eine Abweichung der Magnetnadel.

Organ. Actionen der Nerven 104 bis 180. A. Allgemeines 104 bis 116.

104. Die organische Action der Nerven bezieht si[…] a) auf Gefühl und Empfindung; b) auf Bewegung; c) a[…] die Ernährung.

a) Bewegungen im Nervensysteme 105—106.

105. Diese Action scheint mit keiner wahrnehmbar[…] Bewegung in den Nervenfasern verbunden zu sein. M[…]

t wenigstens bei Wirbelthieren keine sichere Erfahrung erüber.

106. Die Bewegungen, welche Gehirn und Rückenark bei Säugethieren und dem Menschen während des bens zeigen, sind nur passiv. Während des Ausathmens mlich hebt sich jedes Mal das Gehirn, weil sich die nensinus mehr mit Blut füllen und dadurch das Gehirn ben, und umgekehrt senkt sich das Gehirn während der spiration, wo eine grössere Menge von Blut Aufnahme der weiteren Brusthöhle findet. — Bei grösseren Thiel hebt sich auch das Gehirn bei der Systole der Kamrn, d. h. mit dem Arterienpulse, weil die Arterien dann t mehr Blut gefüllt werden (Ecker).

b) Bedingungen zur Erhaltung der Nerventhätigkeit.

107. Zur Erhaltung der Nerventhätigkeit sind folnde Bedingungen erforderlich: a) Soweit bis jetzt directe obachtungen gemacht sind, scheint es, dass jeder Körrtheil sein Gefühl und seine aus inneren Ursachen herrgehende Bewegung einbüsst, wenn die Nerven, welche ischen ihm und den Centraltheilen (Gehirn und Rückenrk) liegen, durchschnitten worden sind und nicht mehr rwachsen. Hinsichtlich der unwillkürlich bewegten gane sind die Beobachtungen noch ganz unvollständig. ihnen dauert, wenigstens noch eine Zeit lang nach der gegebenen Trennung, scheinbar ohne äussere Veranlasg die Bewegung noch fort, — wie nach Zerstörung amtlicher Centraltheile am Herzen und den Gedärmen s der Fall ist. Da es aber möglich ist, dass beim rzen das Blut, in den Gedarmen die äussere Luft und Inhalt die Fortbewegung veranlassen, so kann man ht mit Sicherheit behaupten, dass die anregende Urhe derselben in den Organen selbst liege. b) Ist die ntinuität der Nerven unterbrochen, wenn auch durch feinsten Schnitt, so geht das Nervenprincip nicht von n einen Ende zum anderen über. c) Kein Nerventheil eint in ununterbrochener Thatigkeit verharren zu kön, er bedarf vielmehr abwechselnd der Ruhe. d) Für

Gehirn und Rückenmark ist die Flüssigkeit, welche inne halb der Arachnoidea angesammelt ist und beide Orga umspült, von grosser Wichtigkeit; denn wenn die sogenannte Cerebrospinalflüssigkeit entleert wi so entsteht bei Thieren so lange grosse Apathie und Hi fälligkeit, bis sich dieselbe wieder erzeugt hat.

c) Organisch verschiedene Species von peripherischen Nerven 108—113.

108. Ihrer Function nach kennt man folgende ve schiedene Arten von peripherischen Nerven: α) sensibl β) motorische, γ) sensuelle, δ) gemischte Nerven. — ist noch nicht constatirt, ob es Nerven giebt, welche si direct auf Ernährung beziehen.

α) sensible.

109. Die sensiblen oder Gefühlsnerven si dadurch kenntlich, dass, wenn sie gereizt werden, Schm entsteht, welcher sich theils durch das Schmerzgefü theils durch Bewegungen (in der Stimme, den Respiratio organen, als Weinen, Schluchzen, durch willkürliche B wegungen, um dem schmerzerregenden Eindrucke zu e gehen, Krämpfe, zuweilen Veränderungen im Pulsschla kund giebt. Das Schmerzgefühl lässt sich nur bei Me schen untersuchen. — Die Bewegungen hängen ni von der gereizten Stelle ab, sind vielmehr dieselb gleichviel wo der Schmerz entstanden ist. Nach Dur schneidung der sensiblen Nerven ist der von ihnen v sorgte Theil vollkommen gefühllos für jeden Grad Schmerz. Ebenso gefühllos ist das Ende des dur schnittenen Nerven, welches nicht mit dem Gehirne o Rückenmarke zusammenhängt, dahingegen das and Ende Erscheinungen zur Folge hat, wie vor der Tr nung. — Zu den sensiblen Nerven gehören sämmtli hintere (obere) Nervenwurzeln des Rückenmarks allen Wirbelthieren und die grössere Portion des N. geminus.

β) motorische.

110. Die motorischen oder Bewegungsnerv sind dadurch erkenntlich, dass, wenn sie gereizt werd keine Schmerzensäusserungen entstehen, sondern nur

-gung in den Theilen, zu denen der Nerve Zweige
-det, aber nicht in anderen. Nach Durchschneidung
-ser Nerven bewegt sich der betroffene Theil nicht
-hr willkürlich, aber Reizung des nicht mit dem Gehirne
-er Rückenmarke zusammenhängenden Endes bewirkt
-ichfalls Bewegung in den betroffenen Muskeln, und ei-
-e Zeit nach dem Tode bleibt dieselbe Erscheinung. —
den motorischen Nerven gehören sämmtliche vordere
-tere) Nervenwurzeln des Rückenmarks und der N.
-chlearis, abducens, facialis.

111. Die sensuellen oder Empfindungsnerven γ) sensuelle.
-l dadurch erkenntlich, dass, wenn sie gereizt werden,
-n Schmerzgefühl, sondern Empfindung entsteht, so z. B.
-htempfindung bei Reizung des N. opticus. In dem
-nesorgane, dem sie angehören, kann zwar in Folge
-ı Reizung des sensuellen Nerven Bewegung sich ein-
-len, aber da von diesen Nerven selbst keine Zweige
den musculösen Theilen hingehen, so ist diese Be-
-gung keine directe, wie es bei Reizungen der mo-
-schen Nerven der Fall ist. So entsteht z. B. nach
-zung des N. opticus Bewegung der Iris, ebenso nach
-zung des N. oculomotorius, von letzterem Nerven er-
die Iris Zweige, vom ersteren nicht. Wird der N.
-cus durchschnitten, so erfolgt keine Irisbewegung mehr
-ı Reizung des peripherischen Endes des Nerven, wohl
-r nach Durchschneidung des N. oculomotorius. — Nach
-chschneidung der sensuellen Nerven, oder Druck der-
-en, z. B. in Folge einer Geschwulst, oder irgend einer
-ern Zerstörung, ist die Empfindung (des Geruchs, Ge-
-ts, Gehörs) aufgehoben, nicht aber das Schmerzgefühl
-len Sinnesorganen. — Zu den sensuellen Nerven ge-
-en der N. olfactorius, opticus, acusticus.

112. Gemischte Nerven. Es sind solche, welche δ) gemischte.
-m an ihrer Ursprungsstelle sensibel und motorisch
-r sensuell und motorisch sind. Zu den ersteren ge-

hören: der N. oculomotorius (?), dessen Reizung nicl nur Bewegung in den von ihm versorgten Muskeln, sor dern heftigen Schmerz verursachen soll; der N. vagu welcher zwar hauptsächlich sensoriell ist, aber auc seinen motorischen Einfluss auf Gaumen, Schlund, Keh kopf, Speiseröhre, Magen deutlich zeigt, wenn er a der Wurzel gereizt wird (Volkmann); der N. hy poglossus; die kleine Portion des N. trigeminus; de N. sympathicus.

Zu den sensuell-motorischen Nerven scheint der Glo sopharyngeus zu gehören, welcher allein der Nerv fi die Geschmacksempfindung zu sein scheint. Die Ansichte verschiedener Beobachter stimmen nicht überein, ob seine sensuelle Eigenschaft noch mit dem N. lingua des N. trigemini theilt (J. Müller und A.); ferner er sensoriell ist, und endlich ob er auf die Bewegunge des Schlundes (wie Volkmann wahrscheinlich mit Rec glaubt) einwirkt.

113. Wenn die Nerven eine Strecke weit, von ihr Ursprungsstelle an gerechnet, verlaufen sind, so gehen s in der Regel Verbindungen mit anderen ein, und es ve mischen sich daher ihre Functionen. So verbinden si bekanntlich je die hinteren und vorderen Wurzeln d Rückenmarks und die Nerven, welche aus den Forami intervertebralia heraustreten, enthalten sensible und m torische Fasern und haben gemischte Functionen. V den Gehirnnerven, welche bei ihrem Austritte eine g mischte Function zeigen, sind es nur der N. olfactori opticus und acusticus, welche sich mit andern Nerve fasern nicht verbinden und daher in ihrem Verlaufe ih ursprüngliche Function stets ungetrübt beibehalten. Au der N. trochlearis verbindet sich in der Regel nicht r andern, jedoch sind Ausnahmen bekannt. An alle übrig legen sich Fasern anderer Nerven an. Daher kommt dass z. B. der N. facialis, obwohl er reiner motorisch Nerve ist, in seinem Verlaufe durch das Gesicht Schme

ihlen kann, indem er verschiedentlich Verbindungen mit
m N. trigeminus eingeht.

114. Man hat vermuthet, dass die sympathischen Fasern hauptsächlich den Ernährungserscheinungen, welche mit den Nervenactionen in Verbindung zu stehen scheinen, vorstehen (Volkmann).

ε) ernährende Nerven

115. Das Gefühl hängt ab: —

Beziehung der einzelnen Körpernerven zu den Nervenactionen der Theile.

auf der Stirn von innen nach aussen gerechnet vom supratrochlearis, frontalis und supraorbitalis, Zweigen vom Aste des Trigeminus, ganz nach aussen und in der chläfengegend vom N. temporalis superficialis vom und vom N. temporalis malaris vom 2. Aste des Trigeminus; auf dem behaarten Kopftheile vorn: von m N. frontalis und supraorbitalis, von dem Temporalis perficialis; in der Mitte und hinten: von dem N. occipitis major aus dem N. cervicalis secundus und occipitalis nor aus dem Plexus cervicalis; unter dem Auge ch aussen vom N. subcutaneus malae, vom 2. Aste des trigeminus, nach innen sowie nach unten bis zur Mundgend von den Zweigen des N. infraorbitalis vom 2. Aste s Trigeminus und an der Nasenwurzel vom supra- und ratrochlearis des 1. Astes; vor dem Ohre vom N. nporalis superficialis, vom auricularis magnus aus dem exus cervicalis; am Kinne vom N. mentalis vom 3. Aste s Trigeminus; nach aussen vom Kinne bis gegen n Hals, vom N. cervicalis superficialis vom Plexus rvicalis; hinter dem Ohre vom N. occipitalis minor d auricularis poster. aus dem Plexus cervicalis; an dem eren Augenliede vom N. supraorbitalis, supra- d infratrochlearis vom 1. Aste des Trigeminus; am tern Augenliede vom N. infraorbitalis des 2. Astes s Trigeminus; am äusseren Augenwinkel vom lacrymalis des 1. Astes des Trigeminus; an der Conunctiva von demselben und dem infratrochlearis; an Thränendrüse vom lacrymalis; an dem Thränencke vom N. infratrochlearis; an der Cornea, Cho-

rioidea, Iris von den N. ciliares longi des Ganglion ciliare; am äusseren Ohr von dem N. temporalis superficialis des 3. Astes des N. trigeminus und dem auricularis magnus des Plexus cervicalis; im äusseren Gehörgange von dem N. temporalis superficialis und auricularis des N. vagus; in der Paukenhöhle und Tuba Eustachii von dem N. tympanicus des glossopharyngeus, dem Plexus caroticus internus und dem Ganglion oticum (?); in der äusseren Nase vom infraorbitalis des 2. und dem infratrochlearis und ethmoidalis des 1. Astes des N. trigeminus; in der Nasenhöhle vom N. ethmoidalis, infraorbitalis, sphoenopalatinus; in den Sinus frontales vom ethmoidalis; den Sinus maxillares von den N. dentales superiores des 2. Astes vom Trigeminus, den Sinus sphoenoidales von dem Ganglion sphoenopalatinum; in der Zunge vom Lingualis des 3. Astes N. trigemini; in den oberen Zähnen vom N. alveolaris posterior und dentalis superior des infraorbitalis aus dem 2. Aste des N. trigeminus, dem oberen Zahnfleische von denselben Nerven und dem Ganglion sphoenopalatinum; in den unteren Zähnen und dem Zahnfleische vom N. mandibularis des 3. Astes N. trigemini; im Gaumen und den Mandeln vom Ganglion sphoenopalatinum, dem N. lingualis trigemini und dem palatinus des glossopharyngeus; in den Unterkiefer- und Unterzungenspeicheldrüsen vom Ganglion maxillare; in der Parotis vom N. temporalis superficialis des 3. Astes Nervi trigemini; im Halse und Nacken vom Plexus cervicalis an dem obern Theile des Thorax und den Brüsten ebendaher, in dem übrigen Rumpf und den Extremitäten von den Rücken- Lenden- und Kreuzbein-Nerven in dem Kehlkopfe, der Luftröhre, den Lungen dem Herzen, dem Magen, Leber, vom N. vagus und dem Gangliensysteme, in den Gedärmen, Milz, Harnwerkzeugen und Geschlechtstheilen von den verschiedenen Plexus des Gangliensystems des Unterleibs.

Die Bewegung in

den Kaumuskeln hängt ab vom 3. Aste des N. trigeminus; den M. frontalis, corrugator, occipitalis vom N. facialis; den äusseren Ohrmuskeln vom N. facialis, vagus und Plexus cervicalis; den inneren Ohrmuskeln vom Ganglion oticum und dem 3. Aste des N. trigeminus; dem M. orbicularis palpebrarum vom facialis, am M. levator palp. sup., rectus sup., intern., inf., und obliquus inf. vom oculomotorius; im M. rectus externus vom Obducens, im Obliquus superior vom Trochlearis; in den Nasen-, kleinen Wangen- und Mund-Muskeln vom N. facialis; im Buccinatorius vom Facialis und dem 3. Aste des Trigeminus; in den Zungenmuskeln vom Hypoglossus; im Geniohyoideus von demselben; in dem Mylohyoideus vom 3. Aste des Trigeminus; im Digastricus von demselben und dem Facialis; im Stylohyoideus vom Facialis, in den Gaumenmuskeln vom Glossopharyngeus; in dem M. sternohyoideus und sternothyreoideus vom Hypoglossus; in dem M. thyreohyoideus vom N. vagus; im Omohyoideus vom Pl. brachialis; im Zwerchfell vom Pl. cervicalis uud Pl. coeliacus; im Sternocleidomastoideus und Cucullaris vom N. accessorius und dem Pl. cervicalis. In den übrigen Körpertheilen sind die motorischen und sensiblen Fasern in denselben Nerven vereinigt, so dass also die Bewegung von denselben Nerven abhängt, wie das Gefühl.

Die Empfindung hängt ab

im Auge vom N. opticus, im Ohre vom N. acusticus, in der Nase vom N. olfactorius, in der Zunge vom N. glossopharyngeus.

116. Die Hemisphären des grossen Gehirns können bei allen Wirbelthieren geschnitten, gestochen und herausgenommen werden, ohne dass das Thier Zeichen von Schmerz kund giebt. Wenn hingegen bei so insultirten Thieren selbst nach dem Verluste der Hemisphären ein Functionen der Centralnervenorgane. 116 — 118.

sensibler Nerve, z. B. der N. trigeminus oder das verlängerte Mark berührt wird, so erscheinen sehr deutliche Schmerzzeichen. — Auch bei Trepanationen von Menschen hat sich das grosse Gehirn schmerzfrei nach Reizungen gezeigt. — Wenn daher Kopfschmerz die Krankheiten des genannten Gehirntheils begleitet, so hat derselbe seinen Sitz in den Nerven der Dura mater (Plexus caroticus. Gangl. oticum. G. cerv. inf.) oder in den Ausbreitungen des N. trigeminus.

Alle Reizungen, welche sich auf die Hemisphären des grossen Gehirns beschränken, sind von keinerlei Zukkungen an irgend einem Körpertheile begleitet. wenn man sie an Thieren vornimmt, denen die Hemisphären blossgelegt worden sind. — Es ist daher wahrscheinlich, dass die Zuckungen, welche bei Gehirnentzündungen von Menschen entstehen, nicht vom Gehirne direct ausgehen. sondern vermuthlich nur eine sogenannte Reflexerscheinung (s. No. 139 fg.) darstellen.

Wird bei Thieren eine Hemisphäre des grossen Gehirns hinweggenommen, so fallen dieselben nach der entgegengesetzten Körperseite, wie halbgelähmt. Werden beide Hemisphären hinweggenommen, so fallen die Thiere ganz zusammen, und richten sich von selbst nicht auf. Dabei aber ist es merkwürdig, dass wenn so behandelte Vögel dann wieder in die Luft geworfen werden. sie vortrefflich fliegen, bis sie wieder auf die Erde fallen und dass sie gut stehen können. Auch Frösche sind noch im Stande so gut zu hüpfen, dass man keinen Unterschied wahrnimmt. Hingegen bleiben gewöhnlich Säugethiere auf der Erde liegen und fallen zusammen, wenn man sie aufrichtet, oder stehen nur kurze Zeit mit gespreizten Beinen.

Nach dem Verluste beider Hemisphären sind die Thiere wie schlafsüchtig: fressen nicht, wenn ihnen nicht die Speise bis hinter die Zunge gebracht wird; sie kennen ihren Herrn nicht mehr; Vögel stossen sich im Fliegen

Katzen verlieren ihre Wuth. Bei einem Huhne, welches ein halbes Jahr nach dem Verluste der Hemisphären des grossen Gehirns lebte und gut genährt war, hatte sich jeder Geschlechtstrieb gänzlich verloren, es war beständig wie ein schlafendes Huhn (Flourens). Solche Thiere rühren sich nicht, wenn laute Töne in ihrer Nähe hörbar werden und scheinen auf Lichteindrücke gar keine Aufmerksamkeit zu haben. — Es scheint überhaupt, dass keine Wahrnehmung, keine Vorstellung, kein Urtheil, kein Trieb mehr existire nach Wegnahme der Hemisphären des grossen Gehirns.

117. Das kleine Gehirn und die Vierhügel sind an ihrer Oberfläche ohne Schmerzgefühl, hingegen ist dieser in der Tiefe der genannten Theile vorhanden. Nach Wegnahme einer Seite der Vierhügel entsteht Blindheit auf dem Auge und Schwäche in der ganzen entgegengesetzten Körperseite. Nach Wegnahme des kleinen Gehirns taumeln die Thiere, fallen rückwärts und zur Seite, können nicht mehr gehen, nicht mehr fliegen und springen. Der Tod tritt beständig rascher ein, als nach Wegnahme des grossen Gehirns. — Wird eine Hälfte des kleinen Gehirns weggenommen, so wendet sich das Thier nach der entgegengesetzten Körperseite. Auch bei vielen anderen einseitigen Zerstörungen von Gehirntheilen bemerkt man das letztgenannte Resultat.

118. Die vordere Halfte des Rückenmarks ist vorwaltend oder ausschliesslich motorisch, die hintere sensibel. Durchschneidungen haben Lähmungen derselben Körperseite zur Folge. Das verlängerte Mark ist das Centralorgan für Athembewegung, sowie es den entschiedenen Einfluss auf die Herzbewegung hat. Nach Zerstörung des Rückenmarks erschlaffen alle willkürlich bewegten Muskeln; es entsteht in ihnen nur Bewegung, wenn man sie selbst oder die zu ihnen hingehenden Nerven reizt, niemals durch Reizung der Haut oder gar willkürlich. — Auch die Bewegung der bei Amphibien sogenannten Lymph-

herzen hört auf. — Aber die Bewegung des Bluther-zens, des Darmes, der Ausführungsgänge der Drüsen dauert fort.

B. Besonderes 119—184.
1) Nervenprincipe 119—151.

119. Die im Nervensysteme begründeten Erscheinungen bieten mancherlei so wesentlich verschiedene Modificationen dar, dass man gut thut, eine jede Ordnung von Erscheinungen getrennt abzuhandeln, weil einer jeden ein besonderes Princip zu Grunde zu liegen scheint.

120. Man kennt bis jetzt ein den peripherischen Nerven inwohnendes Princip, welches man das Princip der Reizbarkeit nennen kann; drei dem Rückenmarke und seinen Fortsetzungen zukommende Principe, das der Association, das der Combination und das der Reflexion; endlich ein Princip, welches seine materielle Grundlage im Gehirne hat, das Princip der durch Vorstellungen veranlassten Thätigkeiten.

121. Die Veranlassungen, welche diese Principe erwecken, nennt man Nervenreize. Die Thätigkeit in den Nerven selbst ist kein Gegenstand der Beobachtung. Die Folgen derselben, d. h. die Erscheinungen oder Effecte, lassen uns jene erschliessen.

a) Princip der Reizbarkeit 122—129.

122. Das Princip der Reizbarkeit. Man erkennt eine Erscheinung, als aus dem Principe der Reizbarkeit hervorgegangen, wenn dieselbe an der Stelle des angewandten Reizes oder in dem Theile, zu welchem der gereizte Nerve hingeht, und an keinem anderen erscheint. Z. B. der genau umschriebene Schmerz, welcher an einer Stelle der Haut entsteht, in welche eine Nadel eingestochen wurde, ist eine Erscheinung der Reizbarkeit. Wenn hingegen ausserdem Stellen schmerzen, in welchen nicht mehr der gereizte Nerve, sondern ein anderer (wenn auch demselben Stamme angehörend) verläuft, so ist ausser dem Principe der Reizbarkeit noch ein anderes in Thätigkeit. Wenn nach Reizung einzelner Fasern eines motorischen Nerven auch nur die Muskelbündel zucken, in

welche diese Fasern eingehen, so ist dieses gleichfalls ein Phänomen von Reizbarkeit.

123. Die Reizbarkeit in den sensoriellen und sensuellen Nerven hört in demselben Augenblicke auf, sich zu äussern, wenn diese Nerven durchschnitten sind, d. h., wenn ihre Verbindung mit den Centraltheilen aufgehoben ist. Dass die Reizbarkeit der motorischen Nerven sich nicht mehr zeigen kann, wenn sie von den Muskeln getrennt sind, versteht sich von selbst.

124. Krankheiten der Centraltheile, sowie der Muskeln, können dort das Gefühl und die Empfindung, hier die Bewegung aufheben.

125. Wenn ein motorischer Nerve durchgeschnitten, d. h. seine Verbindung mit den Centraltheilen aufgehoben ist, so dauert die Reizbarkeit in dem nicht mehr mit den Centraltheilen verbundenen Nervenende noch eine Zeit lang fort, später hingegen geht sie zu Grunde. Wenn z. B. bei einem Kaninchen aus dem N. ischiadicus ein grosses Stück herausgeschnitten wird, und man reizt nach 5 bis 6 Wochen das peripherische Ende, so fehlt jede Zuckung. — Es scheint hiernach, dass die Reizbarkeit eine Kraft sei, welche zwar in den Nerven selbst liege, aber ohne Vereinigung mit den Centraltheilen sich nicht erhalten könne.

126. Nach Unterbindung der Arterien oder Venen eines Gliedes wird dasselbe gelähmt. Es ist aber unentschieden, ob diese Wirkung von dem Blutmangel in den Muskeln, oder in den Nerven herrührt.

127. Die Reizbarkeit der Nerven kann aufgehoben oder doch sehr deprimirt werden, und zwar durch Druck auf die Nerven, Quetschung, hohen Grad von Electricität, zerstörende Säuren und Alkalien, Narcotica und jede anhaltende Reizung. — Im Anfange jeder starken Reizung ist die Intensität und Extensität der Erscheinung vermehrt, dann nehmen beide ab. Ob der vollkommenen Erschöpfung jedes Mal eine Vermehrung der Reizbarkeit vorausgeht,

lässt sich durch die Beobachtung nicht nachweisen. Manche Mittel scheinen die Reizbarkeit direct und primär abzustumpfen, namentlich die Narcotica. So bringt z. B. das Betupfen der inneren Fläche des Froschherzens mit Opium Stillstand desselben hervor.

128. Die Reizbarkeit kann aufhören und wiederkommen. In einem abgeschnittenen Gliede hören die Muskeln zu zucken auf, wenn eine Zeit lang die Nerven gereizt werden. Wartet man dann eine Zeit lang, so entsteht Reaction von Neuem.

129. Da man bis jetzt noch keine exacte Bestimmung des Maasses von Reizbarkeit kennt, so lässt sich nicht urtheilen, ob dieselbe auch unter gewissen Bedingungen zunimmt, — wie es wahrscheinlich ist.

b) Princip der Association 130—133.

130. Das Princip der **Association**. Tritt in den Nerven, welche nicht unmittelbar gereizt worden sind, sondern in gleichnamigen der andern Seite, oder benachbarten, oder in Nerven eines ähnlich fungirenden Organs, oder in demselben Nerven an einer anderen Stelle desselben eine Thätigkeit ein, ohne dass dieselbe nothwendig eine zweckmässige ist, so sieht man diese Erscheinung durch das Princip der Association bedingt an. Es giebt associirte Bewegungen oder Mitbewegungen und associirte Gefühle und Empfindungen oder Mitempfindungen, Irradiationen.

131. Beispiele von associirten Bewegungen sind die gleichzeitige Bewegung des Auges nach innen, wenn sich im Schlafe die Iris contrahirt. Die Nerven für beide Bewegungen sind Zweige des N. oculomotorius. — Mitbewegungen des Herzens bei vermehrtem Athemholen. (?) — Mitbewegungen der anderen Finger, wenn lediglich die Bewegung des Zeigefingers intendirt wird. — Gleichzeitige Bewegung des anderen Auges nach oben, wenn das eine sich nach oben wendet u. s. w. — Beispiele von Mitempfindungen: Schmerz in anderen Zähnen bei Caries des einen; Schmerz im gesunden Gelenke, wenn das entsprechende der anderen Seite krank ist: Jucken der Nase

ei Würmern im Darmcanale: Nachwehen bei Schmerz n den Brüsten säugender Frauen u. s. w. u. s. w. Beipiele von Associationen im Gefühle kommen aber auch n Nerven vor, deren Verwandtschaft noch nicht bekannt t, und besonders scheint der N. trigeminus dazu geneigt; ahin gehören z. B. die Stirnschmerzen bei schmerzaften Affectionen des Darmcanals u. s. w.

132. Durch den Einfluss des Willens können die Mitewegungen beschränkt und aufgehoben werden. Es cheint daher, dass der Wille einen stärkeren Reiz auf ie Bewegungsnerven auszuüben vermag, als das Princip er Association.

133. Eine merkwürdige Ausnahme der Mitbewegungen eigen die N. abducentes. Anstatt nämlich, dass man verruthen sollte, das eine Auge bewege sich nach aussen, venn das andere diese Bewegung macht, kommt diese litbewegung im gesunden Zustande niemals vor, vielmehr ewegt sich, wenn sich das eine Auge nach aussen beegt, das andere nach innen.

134. Das Princip der Combination spricht sich adurch aus, dass Gefühle, oder Empfindungen, oder Beegungen zu einem gemeinsamen Zwecke sich verbinen und sich eine zusammengesetzte Nerventhätigkeit rzeugt. c) Princip der Combination 134—138.

135. Es gehören dahin z. B. die Athembewegungen. it der Bewegung eines einzigen zum Respirationssysteme ehörenden Organes verbinden sich die der übrigen. Venn z. B. nach Reizung der Schleimhaut der Nase nur ne Bewegung der Nasenmuskeln erwartet werden kann, besteht doch das Niesen in einer vollständigen Expiration, bei welcher auch das Zwerchfell und die aneren Respirationsmuskeln thätig sind. Das combinirende rincip der Athembewegungen hat seinen Sitz in der Medulla oblongata, deren Verletzung unausbleiblich die ganze ette der Athembewegungen aufhebt. Der enthauptete opf eines Säugethieres athmet noch eine Weile fort,

weil in dem Kopfe das verlängerte Mark, der Sitz des combinirenden Principes der Respirationsbewegungen, noch geblieben ist.

136. Eine ähnliche Combination der Bewegungen scheint den Ortsbewegungen des Gehens, Fliegens, Schwimmens u. s. w. zu Grunde zu liegen. Das combinirende Princip für diese Bewegungen liegt, nach Flourens, im kleinen Gehirne.

137. Eine Combination anderer Art, durch welche zwei Thätigkeiten zweckmässig sich zu einer Erscheinung vereinigen, bietet das Phänomen dar, dass mit zwei Augen nur einfach gesehen und mit zwei Ohren nur einfach gehört wird.

138. Ob eine Combination in den unwillkürlichen Bewegungen vorkommt, ist noch nicht festgestellt. So kann man z. B. die sich mit der Contraction der Vorhöfe verbindende Contraction der Kammern als eine combinirte Bewegung ansehen.

d) Princip der Reflexion 139—147.

139. Das Princip der Reflexion (entdeckt von M. Hall und J. Müller). Dies Princip und die beiden eben genannten haben das mit einander gemein, dass sie sich nur äussern, so lange das Rückenmark und das verlängerte Mark noch bestehen, was beim Principe der Reizbarkeit nicht der Fall ist. Das Princip der Reflexion ist dadurch charakterisirt, dass die Erscheinung in einer andern Art von Nerven auftritt, als auf welche der Reiz angewendet worden ist; so z. B. ist es eine Reflexerscheinung, wenn motorische Nerven thätig werden nach Reizung von sensiblen oder sensuellen.

140. Die häufigste und bis jetzt am Sichersten nachgewiesene Reflexion ist die Bewegung, welche nach Einwirkungen auf Gefühl und Empfindung folgt.

141. Wenn man einen sensiblen Nerven, z. B. eine hintere Rückenmarkswurzel, oder noch besser einen an sensiblen Nervenfasern reichen Körpertheil, z. B. die Haut reizt, so entsteht eine Bewegung in den Muskeln.

112. An dieser Bewegung hat das Gehirn keinen Antheil, denn sie entsteht auch noch bei geköpften Thieren; ja sie entsteht dann leichter und ausgedehnter. Die Reflexbewegung wird nicht durch das Gefühl veranlasst. Letztere kann fehlen und doch nach der Reizung eines sensiblen Nerven Reflexbewegung eintreten. Bei enthaupteten sehr reizbaren Fröschen und anderen Thieren ist es oft höchst auffallend, wie die unbedeutendste Berührung schon Zuckungen erzeugt. Wahrscheinlich erklären sich auch die Zuckungen bei Gehirnentzündungen und anderen die Gehirnfunction störenden Krankheiten des Menschen nach dem Principe der Reflexion.

113. Auch ist nicht der Zusammenhang des Rückenmarks erforderlich, denn wenn das Rückenmark in verschiedene Stücke geschnitten wird, so ist in jedem Stücke dies Princip enthalten.

114. Sobald der den sensiblen oder motorischen Nerven entsprechende Rückenmarkstheil entfernt ist, so entsteht keine Spur mehr von Reflexbewegung. Wenn man z. B. bei einem Frosche von der achten Nervenwurzel an bis zum Ende des Rückenmarks dasselbe ausschneidet, so reicht keine Reizung der Haut der Hinterbeine hin, eine Bewegung zu veranlassen; — wenn man hingegen den vor den achten Nervenwurzeln liegenden Rückenmarkstheil bis an das vordere Ende des Rückenmarks hinwegnimmt, so erfolgt nach Reizung der Haut der Hinterbeine Bewegung.

115. Die reflectirten Bewegungen sind bald mehr an die Stelle des Reizes beschränkt, bald ausgedehnter; sie sind bald zwecklos, bald zweckmässig. Dies will nichts anderes sagen, als dass sich mit den Reflexbewegungen häufig, vermöge des Principes der Combination und der Association, andere Bewegungen combiniren und associiren, während in anderen Fällen die Reflexbewegungen isolirt erscheinen.

116. Wenn ein Hauttheil gereizt wird, nachdem die ihm angehörenden sensiblen Wurzeln durchschnitten wor-

den sind, so entsteht keine Reaction, weil die Leitung unterbrochen ist, und ebenso wird keine Bewegung in den Muskeln auftreten, deren Nerven nicht mehr mit dem Rückenmarke zusammenhängen.

147. Beispiele von Reflexbewegungen: Wird die Retina durch Licht oder der N. opticus mechanisch gereizt, so verengt sich die Pupille; nach Durchschneidung des N. opticus wirkt kein Licht mehr auf die Contraction der Iris; wird hingegen das centrale Ende des durchschnittenen N. opticus gereizt, so erfolgt die eben genannte Bewegung. — Gelähmte, welche keinen Schmerz fühlen, ziehen doch oft die Füsse zurück, wenn diese gekitzelt werden. — Kitzeln der Rachenscheimhaut bringt Schlundbewegungen, Reizen der Nasenschleimhaut Niesen, der Bindehaut Schliessen der Augen hervor. — Es entsteht die Brechbewegung durch Schwindel erregende Ursachen; vorübergehendes Schielen durch Gemüthsaffecte u. s. w. Sehr häufig entsteht bei enthirnten Thieren nach Reizungen sensibler Theile keine andere, als eine Athembewegung. — Enthauptete Thiere stossen mit den Hinterbeinen gegen eine brennende Kerze, welche sie berührt. — Bei Lähmungen, welche vom Gehirne ausgehen, beobachtet man häufig, dass mässige Erwärmungen der Haut Zuckungen erzeugen. — Das Kältegefühl längs des Rückens, erzeugt durch das Anhören von manchen Tönen bei vielen Menschen, ist ein Reflex sensibler Nerven auf Reizung sensueller.

e) Princip der durch Vorstellungen veranlassten Thätigkeiten. 148—151.

148. Das Princip der durch Vorstellungen veranlassten Thätigkeiten. Die Seelenactionen bilden die wesentlichste Anregung der Thätigkeiten des Gehirns, sowie wiederum Sinnes- und Gehirnthätigkeit Seelenactionen bedingen.

149. Da diese Thätigkeiten vom physiologischen Standpunkte aus noch so sehr unbekannt sind, so ist man noch nicht im Stande, sie den bisher beschriebenen Principien einzuverleiben; wie es consequent wäre. Es würden die einzelnen Wahrnehmungen mit den Gefühlen und Em-

pfindungen in dieselbe Abtheilung kommen müssen, und die associirten, combinirten und reflectirten Gehirnthätigkeiten würden an die gleichnamigen des Rückenmarks sich anschliessen.

150. Mit Zerstörung des Gehirns gehen Vorstellungen, Wahrnehmungen, Triebe, Erinnerung, Urtheil, kurz alle Seelenthätigkeiten zu Grunde.

151. Durch die Combination der Wahrnehmungen erleiden oft die ursprünglichen Gefühle und Empfindungen eine beträchtliche Veränderung. Diese werden beurtheilt, und nach diesem Urtheile bestimmen wir sehr häufig den Sitz des Gefühls und der Empfindung. Dahin gehört das bekannte Experiment mit dem Kügelchen, welches unter zwei über einandergeschlagenen Fingern (Mittel- und Zeigefinger) hin- und hergewälzt wird und das täuschendste Gefühl von zwei Kügelchen erweckt, weil das Kügelchen von oben nach unten gewälzt und zugleich seitlich berührt wird, wodurch das Urtheil sich aufdrängt, dass die convexe Fläche, welche so von der Seite durch den Mittelfinger berührt wird, und diejenige, welche von oben nach unten sich walzt, zwei verschiedenen Kügelchen angehören muss. — Dahin gehört ferner das falsche Urtheil, welches Amputirte über ihr Gefühl fällen, indem sie Schmerz in den Gliedern zu haben glauben, die sie nicht mehr besitzen. —

152. Jeder durch das Nervensystem veranlassten Erscheinung liegt ein Motiv zu Grunde, das man Nervenreiz nennt. Dieser Nervenreiz kann von der Seele und indirect mithin von einem Theile des Nervensystemes selbst ausgehen. So wirkt die freie Willensthatigkeit auf das Gehirn, und das Gehirn ist das Motiv zur Thätigkeit der Bewegungsnerven bei Ausführung willkürlicher Bewegungen. Unbekannt hingegen ist es, ob die unwillkürlichen Bewegungen des Herzens, der Gedärme u. s. w. auch von einem Theile des Nervensystems angeregt werden, indem man bis jetzt noch keinen Theil gefunden

2) Motive oder Reize, 152—155.

hat, dessen Zerstörung für immer diese Bewegungen aufhebt. Wenn das verlängerte Mark bei Fröschen weggenommen wird, so hört der Herzschlag nicht auf, aber wird constant schwächer und seltener. Ein ausgeschnittenes Froschherz kann noch 24 Stunden lang und länger fortschlagen. — Kurze Zeit, nachdem das unausgeschnittene Herz aufgehört hat, zu schlagen, kann es häufig durch Reizungen des verlängerten Markes und des N. vagi von Neuem zur Bewegung gebracht werden. — Ganz ähnliche Erfahrungen hat man an den Gedärmen gemacht. — Aus Allem geht hervor, dass das Verhältniss vom grossen Gehirne und den willkürlichen Bewegungen ein anderes ist, als das von dem verlängerten Marke und der Herzbewegung, da jene nach der Zerstörung des grossen Gehirns nie mehr hervorgerufen werden können. — Die Bewegung des Herzens und der übrigen unwillkürlich bewegten Organe könnte möglicher Weise durch die peripherischen Nerven der Organe selbst, oder durch die Ganglien, die sich an ihnen finden und die man als eigene Centralorgane (Winslow, Bichat, Volkmann u. A.) ansah, vielleicht aber auch durch den Inhalt solcher Muskelcanäle (Blut und Luft im Herzen) angetrieben sein, worüber bis jetzt die Gewissheit fehlt. — Interessant für die Beurtheilung des erwähnten Gegenstandes sind folgende Beobachtungen am ausgeschnittenen Froschherzen: Wird dasselbe so getheilt, dass die Vorhöfe vom Ventrikel getrennt sind, so schlagen beide fort, aber erstere länger als letztere; wird die Spitze des Ventrikels abgeschnitten, so schlägt diese allein nicht weiter, wohl aber das andere Ventrikelstück. Die Vorhöfe kann man in mehre Stücke zerschneiden und jedes pulsirt gewöhnlich fort. — Was oben von den Fröschen gesagt ist, gilt wesentlich auch von Säugethieren, wo jedoch die Bewegung viel rascher erlischt.

153. Es giebt Reize, für welche alle Nerven empfänglich sind, und andere, für welche nur gewisse Nerven

empfänglich sind. Zu jenen gehören mechanische, chemische, elektrische, galvanische Reize, und Gemüthsaffecte (?); zu diesen das Licht, für welches nur der N. opticus; der Schall, für welchen nur der N. acusticus; riechende und schmeckende Stoffe, für welche nur die Geruchs- und Geschmacksnerven; die freie Willensthätigkeit, für welche nicht die sensibeln und sensuellen, auch nicht die motorischen Fasern im N. sympathicus, sondern nur die motorischen Fasern, welche in den sogenannten der Willkür unterworfenen Muskeln verlaufen, empfänglich sind.

154. Es giebt Reize, welche anders wirken, wenn man sie auf die Nerven selbst anwendet, als wenn man dieselben ins Blut bringt. Zu diesen Reizen, welche man gewöhnlich alterantia nennt, gehören vorzüglich die Narcotica. Taucht man z. B. einen Nerven eines lebenden Frosches eine Zeit lang in Opiumlösung, so verhält sich dieser Nerve so, als ob er zugeschnürt worden wäre, dagegen ist unterhalb und oberhalb dieser Stelle der Nerve zur Action noch vollkommen fähig, und es entstehen keine allgemeinen Wirkungen, wie sie dann erfolgen, wenn das Gift in das Blut gelangt. Man ist auch gar nicht im Stande, ein Thier von den Nerven aus zu vergiften, während auf der andern Seite die Nervenverbindung eines Theiles gar nicht erforderlich ist, um von daus allgemeine Vergiftung zu veranlassen. Man kann z. B. einen Frosch vergiften, wenn man in die Haut seiner hinteren Extremität einen Einschnitt macht, in den man einige Tropfen Strychninsalzlösung einspritzt. Hat man auch zuvor den Schenkelnerven weit nach vorn durchgeschnitten, und bringt dann unter die Haut des Beins Strychninlösung, so entsteht ebenso rasch, wie vermittels eines ganz unverletzten Gliedes, Vergiftung.

155. Die Nerven sind mitunter ausserordentlich empfindlich gegen Reize. Namentlich sind es die motorischen Nerven gegen galvanische Reize. Zur Begattungs- Empfindlichkeit der Nerven gegen Reize.

zeit der Frösche gelingt es in wärmeren Ländern mitunter, durch Berührung eines Nerven mit einem einzigen verschieden erwärmten Metalle eine Muskelzuckung zu erzeugen *). — Auch in Krankheiten des Menschen tritt oft eine erstaunenswerthe Empfindlichkeit sowohl der motorischen, als der sensiblen Nerven auf. — Man kennt jedoch noch nicht mit Genauigkeit die Bedingungen, unter welchen ein Nerv zu einem so ausserordentlich verfeinerten Reagens wird.

3) Effect, 156—184.

156. Die Erscheinung oder der Effect ist der wahrnehmbare Erfolg der Einwirkung der Reize auf das Nervensystem. Dieser Effect ist qualitativ verschieden bei den verschiedenen Arten von Nerven.

a) Qualitative Verschiedenheiten, 156—171.

α) positiver Effect, 157—168.

157. Die Effecte sind entweder positive, d. h. es tritt eine Erscheinung hervor, oder negative, d. h. eine vorhandene Erscheinung wird aufgehoben.

αα) in motorischen Nerven.

158. Der positive Effect nach Reizung motorischer Nerven ist Bewegung in den Muskeln. Die Art der Bewegung zeigt sich in vier verschiedenen Formen, nämlich a) als Convulsion, b) als Tetanus, c) als zusammengesetzte willkürlich hervorgerufene, zweckmässige Bewegungen d) als stetig wiederkehrende Zusammenziehungen und Ausdehnungen in Muskelröhren, welche bald rhythmisch sind, wie die Herzbewegung, bald ohne Rhythmus, wie die peristaltische Bewegung im Darme, den Tuben, der Ureteren, der Harnblase.

ββ) in sensiblen Nerven.

159. Der Effect nach Reizung sensibler Nerven ist Gefühl. Er zeigt sich in fünf verschiedenen Formen a) Gefühl des Behagens, der Lust, Wollust; b) Gefühl der Unlust, Schmerz; c) Gefühl des Hungers und Durstes d) Gefühl der Sättigung; e) Gefühl der Wärme.

---

*) Es entsteht sogar Zuckung in einem abgeschnittenen Froschschenkel, dessen herauspräparirter Nerve einen anderen Frosch berührt, welcher der electrischen Reizung ausgesetzt wird ohne dass der electrische Strom durch den Nerven des abgeschnittenen Schenkels geht.

160. Der Effect nach Reizung der sensuellen Nerven ·t Empfindung. Sie zeigt sich in den fünf verschiedenen 'ormen der Sinnesempfindungen. γγ) In sensuellen Nerven.

161. Die einzelnen Formen des Effectes können bei ıotorischen Nerven eintreten, einerlei, welchen motoschen Nerven man auch reizt. Die Verschiedenheit ist icht an einzelne Nerven gebunden; sondern sie wird ıeils von der Stärke des Reizes bestimmt, theils von der tärke der einzelnen Nervenprincipe. Je normaler die ebensverrichtungen vor sich gehen, um so mehr beherr:hen die Vorstellungen die übrigen Principe, um so mehr eten reflectirte und associirte Bewegungen zurück, und mgekehrt. Bei Krankheit des Nervensystems sehen wir iufig als Effect Convulsion und Tetanus auftreten, und)enso bei sehr heftiger Reizung. Vorkommen der einzelnen Effecte.

162. Wie in allen motorischen Nerven der Ausschlag ewegung ist, so kann in allen sensiblen der Ausschlag ıst oder Unlust sein; jener entspricht den gesunden Le·nsverrichtungen, dieser den kranken; jener den passnden, dieser den unpassenden, zu starken oder zu schwaıen Reizen. Ausser diesen allgemeinen Effecten giebt noch besondere, welche nur eintreten nach Reizung ·wisser Nerven, so das Hungergefühl nach Reizung des vagus, sowie das Wollustgefühl nach Reizung der ·rven der äusseren Geschlechtstheile.

163. Die Empfindungen endlich sind gar nicht mehr gemein, sondern jede einzelne schlägt nur in der bemmten einzelnen Form aus. Der Sehnerve vermittelt :ht den Geruch, der Riechnerve nicht das Sehen, wähıd der motorische Nerv überall Bewegung, der sensible erall Lust oder Unlust erwecken kann. Es giebt also rven, welche sich sehr individuell in Betreff ihres Effects ·rhalten.

164. Man nennt die Eigenschaft der einzelnen Nern, in einer bestimmten Weise den Ausschlag zu berken, ihre Energie. Die Energie der motorischen Energie der Nerven.

Nerven besteht darin, Bewegung zu bewirken, die des N. opticus, zu sehen u. s. w.

165. Die Energie der Nerven ist nicht durch die Reize entstanden; denn die verschiedensten Reize, welche man anwendet, bringen in den motorischen Nerven nichts Anderes, als Bewegung und in den einzelnen sensuellen Nerven jedes Mal die bestimmte Empfindung hervor. So kann z. B. Erschütterung der Nase eben so gut Riechempfindung erzeugen, als es riechende Körper thun. — Aber die Reize sind nichts weniger, als gleichgültig, da die Empfänglichkeit der Nerven für einzelne Reize sehr verschieden ist. Der N. opticus ist für das Licht so ausgezeichnet empfänglich, dass ausserordentlich viele Verschiedenheiten desselben (wie Farben) von ihm empfunden werden, während von mechanischen Reizen dies keineswegs der Fall ist.

166. Inwieweit die Energie der Nerven ihnen als solchen zukommt, oder erst durch die Centralorgane kann heutiges Tages noch nicht wissenschaftlich entschieden werden.

167. Die Energie eines Nerven hängt auch nicht allein von den Organen ab, in denen sie sich verbreiten, denn sonst würden die sensiblen Hautnerven nach ihrer Durchschneidung nicht mehr Schmerz fühlen, wenn das central Ende gereizt würde.

168. Die Formen der positiven Effecte (s. No. 157 fg.) schliessen sich meistentheils gegenseitig aus, so z. B. zweckmässige Bewegung und Krampf, Schmerz und Hungergefühl u. s. w.

β) negativer Effect, 169—171

169. Die negativen Effecte entstehen durch Reize, welche der Art sind, dass dadurch schon entstandene Effecte aufgehoben werden. Jeder anhaltende Reiz bewirkt, dass zuletzt der Effect ausbleibt. Wird z. B. ein motorischer Nerv anhaltend galvanisirt, so entsteht zuletzt keine Zuckung mehr in den davon versorgten Muskeln.

170. Wenn der Effect aber nach der anhaltenden Rei-
ung des einen Mittels ausbleibt, so kann er dennoch nach
nem andern Reize erfolgen. Wird z. B. ein Frosch so
lvanisirt, dass der positive Pol der Säule den Rücken,
er negative die Füsse berührt und mit der Reizung fort-
efahren, bis keine Wirkung mehr eintritt, so erfolgt
ese wieder, wenn man den negativen Pol an den Rücken,
n positiven an die Füsse anlegt. Man nennt diese Er-
heinung: Voltaische Alternative.

171. Die berührten negativen Effecte entstehen erst
ch den positiven; es giebt auch andere, welche nicht
f diese Weise sich bilden, sondern, soviel die directe
obachtung lehrt, primär. Dahin gehört der Stillstand
s Herzens durch eine galvanische Reizung mittels des
otationsapparates. Dieser Stillstand erfolgt bei einer ge-
ssen Stärke der Reizung sogleich. Dahin gehört ferner
r Stillstand der Reflexbewegungen durch den Einfluss
s Willens, der Stillstand der willkürlichen Bewegungen
rch Druck des Gehirns.

172. Die Stellen, an denen der Effect (Ausschlag) b) Ausschlags-stellen, 172—176.
h zeigt, bieten viele Verschiedenheiten dar. Er erfolgt
tweder an der Stelle des Reizes, oder davon entfernt.
enn er an der Stelle des Reizes erfolgt, ist er doch in
r Regel nicht primär an dieser Stelle entstanden. Nach
izung eines sensiblen Nerven entsteht zwar Schmerz
der gereizten Stelle, aber dieser Schmerz ist nur mög-
h, so lange das verlängerte Mark und vielleicht einzelne
hirntheile noch bestehen. Diese Centraltheile bilden
o eigentlich die primäre Ausschlagsstelle und die ge-
zte Stelle die secundäre.

173. Man kann als höchst wahrscheinlich den Satz
stellen, dass die primären Ausschlagsstellen von den
izungsstellen entfernt liegen.

174. Es ist gänzlich unbekannt, nach welchen Ge-
zen der in den Centraltheilen entstehende primäre
ect sich wieder genau dahin reflectirt, wo sein Motiv

liegt, d. h. an die Stelle der Reizung. — Zuweilen erscheinen anstatt eines reflectirten Effectes deren zwei. Dies ist der Fall, wenn ein Nervenstamm gereizt wird. hier entsteht der eine secundäre Effect an der gereizten Stelle selbst, der andere an den letzten Enden der Zweige: so wird z. B. bei einem Drucke auf den N. ulnaris nicht nur Schmerz an der Druckstelle, sondern auch an den Fingern gefühlt. Werden die Beine lange über einander geschlagen, so entsteht das Gefühl von Ameisenkriechen in den Zehen und im ganzen unter der Druckstelle liegenden Beine.

175. Ausser den primären Effecten, welche also von den motorischen Nerven in den Muskeln, von den sensiblen im verlängerten Marke, von den sensuellen im Gehirn erzeugt werden, und ausser den reflectirten oder secundären Effecten, welche bloss bei sensiblen und sensuellen Nerven zu beobachten sind, giebt es noch eine dritte Art, welche durch das Princip der Combination. Association und Reflexion erzeugt werden, und die wir tertiäre Effecte nennen können. Beispiele. Nach einer Verbrennung einer Hautstelle entsteht Schmerz (secundärer Effect) und Zittern der Muskeln (tertiärer Effect). — Mit Leiden des Hüftgelenks stellt sich als tertiärer Effect Knieschmerz ein. — Mit Krankheiten des Rückenmarks verbindet sich secundär häufig Schmerz auf der Haut.

176. Bei Reizungen des Rückenmarks tritt der Effect an derselben Körperseite ein, welche gereizt worden ist; bei Reizungen des Gehirns hingegen auf der entgegengesetzten. Bei einem Drucke auf die rechte Hälfte des Gehirns erfolgt Lähmung auf der linken Körperseite.

c) quantitative Verschiedenheiten des Effects, 177—193.

177. Zwischen Reizung und Effect liegt meistens ein unmessbar kurzer Zeitraum. Die Nadel berührt die Haut und der Schmerz wird gefühlt; das beleuchtete Object kommt zur Retina und wird gesehen.

178. Es ist aber sicher, dass eine gewisse Zeit zur Ausführung des Effectes gefordert wird. Wir fühlen

B. die Hitze einer brennenden Kohle, welche wir sehr
ch durch die Hand werfen, gar nicht. — Menschen
t kurz- oder schwachsichtigen Augen sehen erst mehre
eunden nachher das Object, wenn es schon wieder
rüber ist. — In den mit vielen Ganglien versehenen
npathischen Nerven ist es häufig der Fall, dass der
hmerz erst spät nach dem Eindrucke gefühlt wird, wie
s Versuche an Thieren lehrten. Auch der Reizung
es sympathischen Nerven folgt die Bewegung nicht so
ch nach, als die Reizung cerebrospinaler.

179. Die Stärke des Effects hängt hauptsächlich a) von
Stärke und der Qualität des Reizes, b) von der Auf-
rksamkeit ab.

180. Alle Reize vermehren je nach ihrer Intensität
l Extensität bis zu einer gewissen Gränze den positiven
ect, dann tritt der negative, d. h. Reactionslosigkeit, ein.

181. Für die motorischen Nerven giebt es keinen
z, welcher einen stärkeren Effect zu erzeugen vermag,
der galvanische ist; für die sensuellen Nerven sind es
ıt, Schall, riechende, schmeckende Körper.

182. Durch Aufmerksamkeit tritt der Effect im Ge-
le, der Empfindung und der willkürlichen Bewegung
tlicher hervor, während er durch Gewöhnung undeut-
er wird.

183. Der Eintritt von Reflexbewegungen erfolgt
hter nach Blutentziehungen, Hungern, Gebrauch von
cksilber und anderen schwächenden Mitteln, sowie
ger Narcotica. — Man rechnete diese Mittel, welche
leicht durch ihre schwächende Einwirkung auf die
ahrung des Gehirns (s. No. 142) solche Wirkung er-
gen, zu denen, welche die Reizbarkeit vermehren.

184. Der Effect im Gebiete der Ernährung nach Ein- d) Effect im Gebiete der Ernährung.
kungen auf's Nervensystem lässt sich bis jetzt noch
wenigsten in bestimmte Formen bringen, da man nicht
ss, auf welche Weise er sich bildet. Die wichtigsten
hingehörenden Beobachtungen sind folgende:

Einfluss des Nervensystems auf die Ernährungsprocesse.

Wirkung der Durchschneidung mancher Nerven auf das Auge.

Nach Durchschneidung des N. trigeminus, des N sympathicus und des N. vagus erfolgen Störungen am Auge. — Nach Magendie u. A. trübt sich 24 Stunden nach Durchschneidung des Stammes vom N. trigeminus die Cornea, später wird sie weiss und undurchsichtig. Die Conjunctiva wird roth, entzündet und eitert. Nach zwei Tagen entzündet sich sogar die Iris, es bilden sich Pseudomembranen. Nach drei Tagen sind die Augenflüssigkeiten trübe, fliessen aus, und das Auge ist zu einem kleinen Tuberkel zusammengeschmolzen. — Diese Erscheinungen kommen rascher und stärker, wenn der Einschnitt vor, als wenn er hinter dem Ganglion Gasseri gemacht ist.

Nach Petit, Arnemann, Mayer und A. treten ähnliche Erscheinungen am Auge ein, wenn der N. sympathicus am Halse, besonders die oberen Halsganglien durchschnitten worden sind.

Nach Valentin und A. wird die Pupille nach Durchschneidung des N. vagus verengt. Arnemann sah die No. 364 angeführten Phänomene, nachdem er die N. vagi und sympathici durchschnitten hatte.

Wirkung auf Entzündung und Eiterung.

Nach Durchschneidung der Nerven eines Theiles entsteht durch Reizung keine Entzündung oder Eiterung mehr. Dies beobachtete Magendie nach Durchschneidung des N. trigeminus am Auge, Schröder v. d. Kolk nach Durchschneidung der Extremitätennerven, ich nach Durchschneidung des Rückenmarks.

auf das Wachsthum.

Aber die Ernährung eines Theiles, dem die Nerven durchgeschnitten sind, ist nicht nothwendig aufgehoben. Nach Zerstörung des Rückenmarks sah Stannius die Ernährung der Schenkel fortdauern, Bidder und A. den Kreislauf in der Schwimmhaut von Fröschen nicht unterbrochen. Nach Durchschneidung der Extremitätennerven

dete sich, nach Monro, noch Callus, und es entstand ine anhaltende Abmagerung, nach Monro, Arneann, Arnold. Das Wachsen eines abgebrochenen hneidezahns erfolgte trotz der Durchschneidung des N. geminus, nach H. Mayo.

Nach Durchschneidung der N. vagi entsteht Bluterfüllung der Lungen. auf die peripherische Circulation.

Nach Durchschneidung des N. ischiadicus sah Müller cubitus entstehen.

Nach Durchschneidung des N. infraorbitalis bei Kaichen fallen zuweilen die Barthaare aus.

Nach Durchschneidung der N. vagi wird die Verung beeinträchtigt, wenn auch nicht ganz aufgehoben. auf die Verdauung. saure Reaction des Magenschleims wird häufig nicht hr gefunden (Tiedemann, Legallois und viele dere).

Nach Durchschneidung der Nierennerven oder des auf den Urin. ckenmarks wird der Urin wässerig, zuweilen blutig rimer, Müller, Budge).

Niederdrückende Gemüthsaffecte können das Haar auf andere Secretionen. ichen (Eble); durch Gemüthsbewegungen kann sich Speichelsecretion (Mitscherlich), die Harnsecre-, die Lebersecretion ändern (Burdach) und die Reption beeinträchtigt werden (Westrumb).

Bei dem angeborenen Mangel der Nerven finden sich Verhältniss des Nervenmangels zur Ausbildung der Organe. mals die Organe, zu denen jene gehören würden, ausildet (Tiedemann). Bei Mangel des Gehirns hingen kann die Ernährung der Missgeburt ganz von Statten angen sein.

D. Sinnesempfindungen.

I. Sehen.

185. Als Erfordernisse zum deutlichen objectiven ien hat man zu betrachten: 1) dass ein Bild des zu enden Objectes auf der Retina entworfen; 2) dass der

dadurch gemachte Eindruck empfunden werde; 3) da-Bewegungen vorhanden seien, um die Objecte in ihre verschiedenen Richtung und verschiedenen Entfernung zu sehen; 4) dass durch gewisse Seelenactionen die richtig Empfindung möglich gemacht werde.

1. Optische Einrichtungen.

1) Physicalische Phänomene 186 — 223.
a) Umkehrung und Verkleinerung der Bilder auf der Retina 186 — 202.

186. Die optischen Einrichtungen des Auges bezwecken, dass von einem zu sehenden Gegenstande ei deutliches Bild auf der Retina entworfen werde. Die geschieht auf gleiche Weise, als wie durch eine biconvex Glaslinse das Bild eines Gegenstandes auf der Wand sic zeigt. Hält man z. B. eine biconvexe Glaslinse in eine gewissen Entfernung von einer weissen Wand, welch einem Fenster gegenüber ist, so erblickt man ein kleine Bildchen, in welchem die Wolken scharf und deutlich aber verkehrt und verkleinert zu erblicken sind.

So auch erscheinen auf der Retina die Bilder de Objecte verkleinert und verkehrt; das, was an diese rechts steht, ist auf jener links; was oben ist an dieser steht auf jener unten. —

α) experimenteller Beweis 187 — 189.

187. Wird von einem rein präparirten frischen Thier auge ein Stückchen der Sclerotica und der Chorioidea a der äussern Seite des Sehnerven ohne Verletzung de Retina entfernt, so sieht man Objecte, wie z. B. eine Schlüssel, eine Flamme u. s. w., wenn sie in passende Entfernung vom Auge gehalten werden, umgekehrt un verkleinert abgebildet auf der frei gelegten Retinafläche.

188. An den pigmentlosen Augen weisser Kaninche überzeugt man sich von dem gleichen Phänomen, ohn dass man die Sclerotica entfernt hat.

189. Auch künstlich dem Auge nachgebildete Apparate, bei welchen eine matte, durchsichtige Wand, durc eine Membran erzeugt, die Stelle der Retina vertritt können zu demselben Versuche angewandt werden (Gerber

190. Wird die Glaslinse der Wand, an welcher das β) physicalischer Beweis 189—202.
ldchen vollkommen deutlich ist, nur ein wenig näher
ler entfernter gehalten, so wird sogleich das Bildchen
ibestimmter und verschwindet zuletzt ganz. Es giebt
ithin nur einen Punkt, an den die Deutlichkeit des
ldes gebunden ist. Diesen Punkt nennt man den Brenn-
ınkt. Wenn man verschiedene, stärkere und schwächere
nsen zu dem genannten Versuche anwendet, so wird
in sich bald überzeugen, dass die Linse der Wand bald
her bald ferner gehalten werden muss, um ein klar
stimmtes Bild zu erzielen, oder, was dasselbe ist, der
ennpunkt ist je nach den verschieden starken Linsen
ld weiter von der Linse entfernt, bald ihr näher. —
in wird sich auch bald überzeugen, dass, um auf dem
ldchen die Wolken zu sehen, man die Linse näher der
and halten muss, als um einen näher liegenden Gegen-
nd zu erblicken. Hieraus ergiebt sich, dass der Brenn-
ınkt auch je nach der verschiedenen Entfernung der
jecte von der Linse sich ändert. — Um aber ein ge-
sses Mass zu haben, nennt man im engeren Sinne
ennpunkt oder Hauptbrennpunkt denjenigen
ınkt, welcher einem Punkte des aus der grössten (s. g.
endlichen) Entfernung abgebildeten Gegenstandes (z. B.
r Wolken) entspricht. Die Entfernung des Brennpunktes
zum optischen Mittelpunkte der Linse wird die Brenn-
eite oder Vereinigungsweite genannt. Brenn-
ıkt und Brennweite beziehen sich stets auf eine be-
mmte Linse.

191. Der Grund, wesshalb durch eine Linse ein Bild-
en entsteht, liegt in der Brechung und Vereinigung
Lichtstrahlen, welche aus der dünnern Luft in die
htere der Linse übergehen, worüber die Werke über
ysik zu vergleichen sind.

192. Von einem jeden beleuchteten Punkte eines
genstandes gehen Strahlen nach allen Seiten. Auf die
erflache der Linse kommt mithin von jedem Punkte

eines vor der Linse befindlichen Gegenstandes ein Strahlenkegel: z. B. von dem Punkte *a* in Fig. 51. Es leuchtet ein, dass je weiter das Object von der Linse weggerückt wird, desto mehr werden die Strahlen mit der Linsenaxe und deren Verlängerung (Fig. 51 *XY*) parallel. Von den entferntesten Objecten endlich sind die auf der Linse anlangenden Strahlen den parallelen so nahe stehend, dass man sie als solche betrachten kann. In diesem Falle nennt man die Entfernung eine unendliche.

193. Die auf die eine convexe Linse auffallenden Strahlen werden nach bekannten physicalischen Gesetzen gebrochen, und zwar am stärksten die parallel auffallenden, d. h. die von unendlicher Entfernung kommenden, (vgl. Fig. 53); je weniger parallel die Strahlen auffallen, desto geringer ist die Brechung. Je stärker die Brechung ist, desto näher der Linse ist der Vereinigungs-, d. h. Brennpunkt, welcher also, wie schon erwähnt, bei unendlicher Entfernung am Nächsten ist (vergl. Fig. 53). Je näher die Gegenstände der Linse sind, desto entfernter von ihrer hinteren Fläche ist die Vereinigung (s. Fig. 51), und bei der grössten Nähe (Fig. 52 *AB*) divergiren sogar die Strahlen.

194. Die Physik lehrt, dass, wenn man den Brennpunkt einer Linse kennt, man auch weiss, in welcher Entfernung von der Linse ein Gegenstand sein muss, wenn die von ihm ausgehenden Strahlen divergiren. Dies ist nämlich der Fall, wenn die Entfernung kleiner ist, als die Vereinigungsweite (No. 188).

195. Hält man demnach eine Linse (Lupe), Fig. 52 *VW*, einem Objecte *AB* näher, als ihre Brennweite *F* ist, so gehen die Strahlen, die von jedem Punkte des Objects ausgehen, bei ihrem Austritte aus der Linse noch weiter aus einander, als bei ihrem Eintritte in dieselbe, und so werden die Strahlenkegel breiter. Diese breiteren Kegel treffen die Cornea, werden im Auge vereinigt und es werden die Gegenstände von der Retina gesehen werden, als wenn sie eine grössere Ausdehnung hätten.

196. Wird ein Gegenstand, Fig. 51 *AB*, der mehr als eine Brennweite, aber nicht 2 Brennweiten von der Glaslinse entfernt ist, vom Auge gesehen, so entsteht ein vergrössertes Bild zwischen Auge und Linse, Fig. 51 *a b*, welches das Auge erblickt.

197. Wird ein Gegenstand, Fig. 51 *a b*, in einer das Doppelte der Brennweite betragenden Entfernung durch eine Linse *VW* gesehen, so erscheint sein Bild verkleinert *AB*.

198. Der Brennpunkt einer Linse hängt sowohl von dem Brechungsvermögen des die Linse zusammensetzenden Stoffes als auch von der Krümmungsoberfläche der Linse ab, und lässt sich hiernach durch Berechnung finden.

199. Hieraus ergab sich die Hauptbrennweite für die menschliche Linse = 4‴, 8.

200. Im Auge ist aber die Linse nicht das einzige brechende Medium, sondern die Cornea und die wässerige Feuchtigkeit üben dieselbe Function, und es besteht daher das Auge gewissermassen aus 3 hinter einander liegenden linsenähnlichen Körpern, zu denen der Glaskörper als vierter hinzukommt. Der genauen Bestimmung des Brenupunktes dieses zusammengesetzten Apparates durch Berechnung stehen so viele Schwierigkeiten entgegen, dass man trotz so vieler vortrefflichen Untersuchungen noch nicht zum Abschlusse gekommen ist.

201. Alle Objecte, welche wir sehen, erscheinen auf der Retina verkleinert, weil sie mehr als die doppelte Brennweite von den brechenden Körpern im Auge entfernt sein müssen. Werden die Objecte näher gebracht, so würde ihr Bild erst hinter der Retina entstehen; wie man dies sich versinnlichen kann, wenn man Fig. 52 die Retina sich der Linse näher denkt, als *AB* ist.

202. Dass die auf der Retina erscheinenden Bilder auch verkehrt stehen müssen, lässt sich leicht einsehen. Vergl. Fig. 51. Von jedem Punkte des beleuchteten Objectes *a b* geht ein Strahlenkegel aus, dessen Basis auf die

Linse fällt. In der Figur sind nur, um nicht undeutlich zu werden, zwei solcher Strahlenkegel angedeutet, nämlich der vom Punkte *a* ausgehende Kegel *acd* und der vom Punkte *b* ausgehende *bfg*. Jeder Kegel enthält eine sehr grosse Menge Strahlen, von denen aber nur die äussersten und der Mittelstrahl angegeben sind. Kommen diese Strahlen aus der Luft in ein dichteres Medium, wie in die Cornea und die Linse, so werden sie bekanntlich von ihrer geraden Direction abgelenkt, gebrochen und werden dem auf die Eintrittsstelle des Lichtstrahls gezogenen Lothe zugelenkt. Das Loth einer Kugelfläche fällt aber mit dem Radius zusammen. Die vordere Linsenhälfte gehört einer Kugel an, deren Centrum in *x* ist. Wenn man die Radien für die Eintrittspunkte der Strahlen *ac* und *ad* zieht, so wird man bemerken, dass der Radius, welcher die Eintrittsstelle *d* schneiden würde, sehr nahe mit der Fortsetzung des Strahles *ad* zusammenfällt, dass hingegen der Radius, welcher die Eintrittsstelle von *ac* schneidet, einen beträchtlichen Winkel mit der Fortsetzung des Strahles *ac* macht. Hieraus ist klar, dass der Strahl *ad* in der Linse wenig, der Strahl *ac* hingegen stark und zwar nach *ce* hin gebrochen wird. Gehen diese Strahlen nun aus der Linse wieder heraus, so erleiden sie hier, indem sie das dichtere Medium verlassen, eine Brechung der Art, dass der gebrochene Strahl von dem Lothe abgebrochen wird. Zieht man die beiden Radien von dem Centrum *y*, welches der hintern Linsenhälfte angehört, so sieht man auf den ersten Blick, dass der Radius bei *h* einen viel grösseren Winkel mit dem austretenden Strahle macht, als der Radius bei *e* mit dem austretenden Strahle. Desshalb muss auch *dh* viel stärker gebrochen werden, als *ce*; und desshalb kommt der Strahl, welcher vom Objectpunkte *a* herstammt und z. B. am Meisten links auf die Linse auffiel, nach Rechts nach der Richtung *hAB* und vereinigt sich bei *A* mit dem Strahle *eA*. — Ganz so ist es auch auf der andern Seite, und daher muss es geschehen, dass alle

Objecte nothwendig nach der Brechung der Lichtstrahlen in einer biconvexen Linse sich umkehren müssen.

203. Die Deutlichheit und Schärfe des auf der Retina erscheinenden Bildchens hängt, abgesehen von der genügenden Lichtstärke und dem normalen Verhalten der brechenden Körper, davon ab, dass die Retina sich genau da findet, wo der Brennpunkt der brechenden Körper des Auges ist. Wie das Bild, welches durch eine Glaslinse an der Wand entworfen wird, nur dann recht klar und scharf sich zeigt, wenn es genau im Brennpunkte ist, aber bei der allergeringsten Näherung oder Entfernung undeutlicher wird, so muss es sich auch hinsichtlich der Retina verhalten. — Im Brennpunkte müssen sich alle von einem Punkte ausgehenden Strahlen vereinigen; hiezu ist erforderlich, dass alle Strahlen auch auf gleiche Weise zu dem entsprechenden Zwecke gebrochen werden. b) Deutlichkeit des Bildes 203 — 213.

204. Die Strahlen, welche auf die Mitte der Linse auffallen, werden nicht so stark gebrochen, als die Strahlen, welche auf die Randtheile auffallen. Letztere werden daher mit dem Mittelstrahle sich eher vereinigen, als erstere, und wenn die Retina nicht da liegt, wo deren Vereinigung Statt hat, so werden dieselben wieder auseinander fahren, und auf der Retina wird sich anstatt eines Punktes ein divergirender Kegel bilden. — Etwas ganz Ähnliches würde zu Stande kommen, wenn die Retina so weit nach vorn läge, dass sich die Randstrahlen auf ihr vereinigten. Die Mittelstrahlen würden hier noch unvereinigt sein. In beiden Fällen würden, wie man sich ausdrückt, Zerstreuungskreise sich bilden und das deutliche Sehen beeinträchtigen. Sphärische Aberration 204 — 209.

205. Um solche Zerstreuungskreise zu vermeiden, mussten entweder die Randstrahlen oder die Centralstrahlen verdeckt werden. Da aber im Centrum der Retina am Besten gesehen wird, so geschah das Erstere.

206. Die Störung in der gleichmässigen Vereinigung der Strahlen, hervorgebracht durch die Sphäricität der

Linse, nennt man die sphärische Aberration. Sie wird beseitigt durch die Iris, welche wie ein Diaphragma auf dem Rande der Linse aufliegt.

Iris. 207. Je mehr von dem Rande der Linse verdeckt, d. h., je enger die Pupille ist, desto deutlicher ist das Sehen, — desto weniger Licht kommt aber auch in's Auge.

208. Bei hellem Lichte verengt sich instinctmässig die Pupille, und umgekehrt wird bei Lichtmangel, wo es darauf ankommt, möglichst viele Strahlen in's Auge zu bringen, die Pupille weiter. — Diese Bewegungen sind die Resultate des eingebornen Princips der Reflexion zwischen dem sensuellen N. opticus oder der Retina und den motorischen Nerven der Iris. Es hängt von dem Grade der Empfindung und der Beweglichkeit der betroffenen Theile ab, ob leichter oder schwieriger diese Reflexaction zu Stande kommt.

209. Die Pupille verengt sich bei mechanischen Reizen der Iris, sie verengt sich ferner, wenn das Auge nach innen sich wendet, sowie während des Schlafes. Während der Durchschneidung des N. opticus wird sie gleichfalls enger: einige Zeit nachher erhält sie einen mittleren Grad von Ausdehnung, welcher unter dem steht, welcher während der Thätigkeit des Auges möglich ist. — Directe Einwirkung des Lichts auf die Iris, wenn dasselbe die Retina nicht trifft, hat keinen Einfluss auf die Pupille (Fontana).

210. Ist nun aber auch durch die Iris der Zutritt der Randstrahlen abgehalten, so steht doch der vollkommenen Vereinigung der Lichtstrahlen genau an demselben Punkte ein anderes Hinderniss entgegen. Die brechenden Medien des Auges sind nämlich nicht sphärisch gekrümmt, sondern gehören Ellipsoiden an. So ist z. B. die vordere Fläche der Linse nach einer Ellipse gekrümmt, deren grosse Axe 4''' bis 4''',1 und deren kleine Axe 1''',66 bis 2''',25 misst und die hintere Fläche hat eine parabo-

lische Krümmung (Krause). Da aber unter diesen Verhältnissen die Vereinigung der Lichtstrahlen an einem Punkte nicht möglich ist, wie Sturm bewiesen hat, so liegen die Brennpunkte hinter einander und es besteht also in der That im Auge nicht ein Brennpunkt, sondern ein Lichtraum, wie auch Volkmann durch sinnreiche Versuche erläutert hat. — Wie diese scheinbare Unvollkommenheit ausgeglichen ist, weiss man nicht.

211. So überwindet endlich auch das Auge grösstentheils das durch die qualitativ verschiedenen Strahlen des Strahlenkegels entstandene Hinderniss. Chromasie.

Jeder Strahlenkegel enthält nämlich qualitativ verschiedene Strahlen, von denen einige stärker, andere weniger stark gebrochen werden. Diejenigen, welche die geringste Brechbarkeit haben, machen auf die Retina den Eindruck von Roth, und diejenigen, welche die stärkste Brechharkeit haben, den Eindruck von Violett. Wenn von einem leuchtenden Punkte ein Strahlenkegel auf die Linse fällt und die den Rand der Linse treffenden Strahlen auch ausgeschlossen werden, so werden dennoch die in's Centrum der Linse einfallenden Strahlen ungleich gebrochen, weil sie eben qualitativ verschieden sind. Diejenigen, welche auf das Auge den Eindruck von Violett machen, werden zuerst vereinigt, weil sie am Stärksten gebrochen sind. Später werden die gelben, zuletzt die rothen vereinigt. Wenn sich nun die Retina da befindet, wo die gelben Strahlen sich vereinigen, so werden sich neben dem Mittelbilde noch farbige Ränder von blau und roth zeigen u. s. w. — Diese Farbenerscheinungen sind am Wenigsten bemerkbar, wenn das Bild in der Vereinigungsweite gesehen wird. Je weniger in der Vereinigungsweite das Bild befindlich ist, desto gefärbter erscheinen seine Ränder. — Die Farbenerscheinung, hervorgebracht durch die verschiedene Brechbarkeit der Strahlen, wird Chromasie genannt.

212. Es sind Glasarten entdeckt worden, durch welche die Eigenschaft der qualitativ verschiedenen Strahlen

des Strahlenkegels durch ihre verschiedene Brechbarkeit, farbig zu erscheinen, vermindert und selbst aufgehoben wird, ohne dass die Brechbarkeit der Strahlen überhaupt dadurch geringer gemacht wird. Diesen Zweck erreicht man durch eine Verbindung von Flint- und Crown-Glas (Dollond). Man nennt Linsen, die durch dieses oder andere Mittel ihre Eigenschaft verloren haben, Bilder mit gefärbtem Saume zu zeigen, achromatische Linsen.

213. Im menschlichen Auge erscheinen die Körper nur dann nicht mit gefärbten Rändern, wenn sie in der passenden Vereinigungsweite sind. Sonst aber werden in der That farbige Säume wahrgenommen. Das Auge ist daher nicht ganz vollkommen achromatisch. Von dem Vorhandensein farbiger Ränder kann man sich immer überzeugen, wenn man die Pupille halb verdeckt und dann einen Gegenstand betrachtet. In der passenden Vereinigungsweite besitzt das Auge vollständige Achromasie, deren Bedingungen man nicht kennt.

c) Die Dimensionen im Auge 214—215.

214. Für die Beurtheilung der Functionen des Gesichtssinnes ist es wichtig, die folgenden Resultate von Messungen und Beobachtungen am menschlichen Auge zu kennen. Nach Krause ist

der Durchmesser vom Mittelpunkte der Vorderfläche der Hornhaut bis zum Mittelpunkte der hintern Wölbung des Augapfels oder die äussere Augenaxe	10‴.5—11‴
die innere Augenaxe der hintern Fläche der Hornhaut bis zur inneren Fläche der Retina	9‴,4—10‴
der Mittelpunkt einer Pupille von dem der andern entfernt	25‴ — 27‴
die Hornhaut in der Mitte 2/5‴ dick, am Rande 1/2‴	
die Vorderfläche der Hornhaut breit . . .	4 2/3‴—5 1/4‴
die Vorderfläche der Hornhaut hoch . . .	4 1/5‴—4 4/5‴

die Hinterfläche derselben kreisrund, mit einem Durchmesser von . . . . 5‴ — 5‴,5
die Chorioidea hinten dick $^1/_{15}$—$^1/_{20}$‴, vorn $^1/_{30}$‴
der Durchmesser der Pupille . . . . . . 1‴ — 2‴
die Retina hinten dick $^1/_{15}$ bis $^1/_{12}$‴, vorn $^1/_{25}$‴—$^1/_{15}$‴
der Eintritt des Sehnerven 1‴ vom hintern Ende der Augenaxe entfernt,
der gelbe Fleck der Retina breit . . . . 1‴
die grösste Axe des Glaskörpers . . . . $9^4/_5$‴-$10^1/_4$‴
der Mittelpunkt der vorderen Linsenfläche vom Mittelpunkte der Hinterfläche der Hornhaut entfernt 1‴—$1^1/_3$‴ und vom Mittelpunkte der Pupille . . . . $^1/_{10}$‴—$^3/_{20}$‴
der Mittelpunkt der Hinterfläche der Linse von der Plica centralis retinae . . . . 5‴,4 — 6‴,2
die Dicke der Linse von vorne nach hinten (Axe der Linse) . . . . 1‴,8—2‴,4
der Durchmesser der Linse zwischen den einander gegenüber stehenden Punkten ihres Randes . . . . 4‴—4‴,1

215. Die Sehnervenaxe, welche sich von dem äusseren Dritttheile der Hornhaut bis zum Mittelpunkte des Sehnerven erstreckt, kreuzt sich mit der optischen Axe unter einem Winkel von ungefähr 20° (Krause).

216. Das Brechungsvermögen der Luft = 1 ist nach Chossat d) Brechungsvermögen.

das der Hornhaut . . . . = 1,333
der wässrigen Feuchtigkeit . . . = 1,338
der äusseren Schicht der Linse . = 1,358
der mittleren Schicht der Linse . = 1,395
des Kernes der Linse . . . . . . = 1,420
des Glaskörpers der Linse . . . = 1,339

Nach Senff ist das Brechungsvermögen der Ochsenlinse = 1,539.

217. Die Cornea besteht hauptsächlich aus dem Cornea. leimgebenden Gewebe des Chondrins. Sie ist an ihrer vor-

deren und hinteren Fläche mit einer Epitheliumschicht überzogen und besteht aus zwei Häuten. Die hintere oder Demours'sche ist ganz structurlos und besitzt eben so wenig, wie die Epithelialüberzüge, irgend welche Gefässe. Die eigentliche Hornhaut erhält nur an ihrem Rande Gefässe, welche beim Embryo injicirt werden können (Müller, Henle), während der mittlere Theil der Hornhaut ganz gefässlos zu sein scheint und bei Entzündungen die Gefässe in dem von dem Rande aus sich bildenden Exsudate ihren Ursprung zu haben scheinen. Doch ist dieser Gegenstand noch nicht hinlänglich aufgeklärt. — Zum Cornea-Rande gehen auch Nerven (Schlemm). deren weitere Verbreitung nach innen man nicht kennt. — Zu den wesentlichen Lebensbedingungen für die Cornea gehört die Befeuchtung derselben mit Thränen, deren Mangel leicht Trübung dieser Membran veranlasst.

Thränen. 218. Die Thränen, das Absonderungsproduct der Thränendrüsen, vermischen sich auf der Conjunctiva mit der von dieser Membran abgesonderten Flüssigkeit und mit dem fettigen Stoffe der Meibom'schen Drüsen.

Sie enthalten 99% Wasser, Kochsalz und eine gelbliche extractartige Masse.

219. Die Function des Secrets der Meibom'schen Drüsen ist nicht bekannt.

e) Richtungsstrahlen 214—219. 220. Von jedem einen Punkt eines Objectes repräsentirenden Strahlenkegel, welcher auf die Cornea auffällt, werden die äusseren Strahlen nach No. 204 fg. ganz ausgeschlossen, und von den Strahlenkegeln, welche die Pupille eintreten lässt, kommt nur der Mittelstrahl in Folge der Brechung zur Retina. Man kann also sagen, dass eine von einem Punkte eines Objectes gegen das Centrum der Pupille hin bis zur Retina gezogene gerade Linie den Punkt des Objects mit dem abgebildeten Punkte auf der Retina verbindet, wie in Fig. 51 *a A*, wenn in *A B* die Retina ist. Der äusserste Punkt auf der rechten Seite des Objects macht den äussersten Punkt auf der linken

Seite des Retinabildes und umgekehrt. Diese beiden äussersten Centralstrahlen nennt man die Richtungsstrahlen Fig 51 *aA* und *bF*, deren es sowohl nach der verticalen als der horizontalen Richtung giebt.

221. Die Richtungsstrahlen müssen sich im Auge kreuzen, und es entstehen daher Scheitelwinkel. Der Punkt, wo sich die Richtungsstrahlen kreuzen, wird der Kreuzungspunkt derselben genannt (Fig. 54 *k*), und die entstandenen Winkel nennt man Gesichtswinkel, angulus visorius (Fig. 54 *akb*, *ckd*). Kreuzungspunkt, Gesicht-winkel.

Der Gesichtswinkel entfernter Objecte ist kleiner, als der Gesichtswinkel gleich grosser näher liegender. So ist Fig. 54 Object *ab* = *cd*, aber Winkel *akb* kleiner als der Winkel *ckd*, und dem entsprechend ist auch das auf der Retina erscheinende Bild $\beta\alpha$ von *ab* kleiner als das Bild $\delta\gamma$ von cd.

Der Kreuzungspunkt der Richtungslinien ist zwar nicht für alle Entfernungen ganz gleich, doch kann man nach den Beobachtungen von Volkmann, Moser u. A. im Allgemeinen annehmen, dass er nahe 4''' hinter dem vordersten Punkte der Hornhaut, kaum ½''' vor dem hintersten Punkte der Linse und über 6''' vor dem Mittelpunkte der Retina liegt.

Der Gesichtswinkel kann bei zwei sehr verschieden grossen, jedoch in ungleicher Entfernung vom Auge befindlichen Objecten, wie Fig. 54 *ab* und *ef*, gleich und bei gleich grossen, wie *ab* und *cd*, verschieden sein.

222. Um die Grösse des Netzhautbildchens zu bestimmen, dient folgende Berechnung. (Fig. 54). Der Kürze wegen suchen wir nicht den Umfang des Abschnittes $\alpha\beta$, sondern nur die Ausdehnung der Sehne $\alpha\beta$, welche das Retinabild des Objectes *ab* sowohl, als *ef* darstellt. Die Dreiecke $\alpha k\beta$ und *akb* sind einander ähnlich, weil alle ihre Winkel gleich sind; denn der Winkel *kmb* ist als ein rechter = *krα*, der Winkel *rkα* = *mkb*, weil Winkel *akb* als Scheitelwinkel = $\alpha k\beta$ ist und also auch Grösse des Netzhautbildchens.

die Hälften beider einander gleich sind; da aber die zwei Winkel der oben genannten Dreiecke einander gleich sind, so muss es auch der dritte Winkel sein $kbm = kar$. Auf gleiche Art lässt sich die Gleichheit aller Winkel der Dreiecke mka und $kr\beta$ beweisen. — Wenn also die genannten Dreiecke abk und $\alpha\beta k$ einander ähnlich sind, so verhält sich $mk : ab = kr : \alpha\beta$, also $\alpha\beta = \frac{kr \,.\, ab}{mk}$. kr ist aber nahe $= 6'''$ (s. No. 221). ab kann gemessen werden, $mk = ml + lk$; ml kann gleichfalls gemessen werden, und lk ist nahe $= 4'''$. Das Netzhautbild eines Objectes, dessen Breite (ab) 3″ beträgt, und welches von dem Mittelpunkte der Cornea 8″ entfernt ist (ml), hat also eine Breite $= \frac{6''' \,.\, 3''}{8'' + 4'''} = \frac{216'''}{384'''} = 0''',56$.

f) Absorption der Lichtstrahlen, 223. 223. Nach aussen ist die Retina von dem dunkeln Pigmente der Chorioidea umgeben, durch welches die durchfallenden Lichtstrahlen absorbirt werden. Fehlt dies Pigment, wie bei Kakerlaken, so wirkt mässig helles Licht schon blendend.

2. Empfindung.

2) sensuelle Phänomene, 224—241. a) Empfindende Theile, 224. 224. Die empfindenden Theile des Auges sind die Retina und der N. opticus. Die Retina enthält vier Schichten: a) die äusserste Schicht, auch Stabchenschicht, membrana Jacobi?, gränzt zunächst an die Chorioidea und besteht aus kleinen, etwa $/_{100}'''$ langen Stabchen, welche aufrecht auf der Retina aufstehen, ohne dass sie in directer Verbindung mit den Nervenfasern der Retina sind. Ihre Function ist noch nicht ermittelt. Sie soll nach Brücke hauptsächlich dazu dienen, dass der Lichtstrahl, welcher die Retina durchdrungen hat und ein Stäbchen erreicht, von diesem nicht auf ein anderes übergeht, sondern vollständig wieder auf den entsprechenden Retinatheil zurückgeworfen wird, — indem jedes Stäbchen eine Pigmentscheide der Chorioidea erhält; b) eine

aus kleinen Kugeln bestehende Schicht an der inneren Seite der vorigen; c) eine, oder nach Pacini zwei Nervenfaserschichten; d) die innerste, die Hyaloidea zunächst berührende, gleichfalls aus zellenartigen Körperchen bestehende Schicht.

225. Im Mittelpunkte der menschlichen Retina entsteht bald nach der Geburt der gelbe Fleck, macula lutea, umgeben von einer Falte, plica centralis, und in seiner Mitte mit einer sehr verdünnten Stelle versehen, welche das Ansehen gewährt, als sei sie durchbohrt, was jedoch nicht der Fall ist, foramen centrale genannt. b) Räumliches in der Empfindung 225—231. Deutliches Sehen in der Macula lutea.

226. Die Stelle des gelben Fleckes auf der Retina empfindet am Schärfsten, und in dieser Stelle wiederum am Allergenauesten die Gegend des Foramen centrale. Wenn man einen grossen Quadranten auf einen Pappdeckel malt, auf die einzelnen Zahlen Stecknadeln steckt und den Quadranten in der passenden Entfernung so vor das Auge hält, dass die Linie, an welcher 90 steht, die Fortsetzung der Augenaxe (s. No. 214) darstellt, so erkennt man die Stecknadel hier und ungefähr 3° jederseits entfernt ganz deutlich und genau in allen den Theilen, welche mit Aufmerksamkeit betrachtet werden. Noch deutlich, aber bei Weitem nicht mehr so, als in den eben genannten Gränzen, sieht man die Stecknadeln bis jederseits etwa 6° von 90 entfernt. — Durch Berechnung findet man aber, dass den letzteren Kreisabschnitten eine Ausdehnung auf der Retina entspricht, welche jederseits ½''' von der Axe entfernt ist, und dieses stimmt mit der Ausdehnung des gelben Fleckes; ebenso entspricht das genaueste Sehen der Ausdehnung des Foramen centrale (Valentin).

227. Die Stecknadeln, welche auf den Zahlen 35 bis 45 stehen, werden kaum oder gar nicht mehr gesehen, wenn man die Richtung des Auges, wie oben 226 angegeben ist, beibehält; so dass der Theil der Retina, welcher ungefähr 4''' jederseits von der Axe entfernt ist, Undeutliches Sehen.

nicht mehr zur Empfindung geeignet ist (Valentin und nach eigner Beobachtung).

Gesichtskreis. 228. Der Umfang, in welchem die Objecte gesehen werden können, heisst der Gesichtskreis. Der einfachste Gesichtskreis und der kleinste ist der Umfang, in welchem von einem unbewegten Auge Gegenstande gesehen werden können. Er wird durch die zwei Richtungslinien bestimmt, welche, 4‴ von der Augenaxe entfernt, die Retina treffen und durch den Kreuzungspunkt hindurchgehen. Es ist natürlich, dass er für nahe Objecte kleiner ist, als für entfernte. So können nach Valentins Berechnung bei unverwandtem Auge nach einem 1000′ entfernten Objecte eben noch Gegenstände erkannt werden, welche jederseits 577′ horizontal abstehen. Der Gesichtskreis hat also in diesem Falle einen Durchmesser von 2 : 577 = 1154′, während er bei einer Entfernung von 1′ nur 1′,19 Durchmesser hat (Valentin).

229. Wird ein Auge bei feststehendem Kopfe möglichst stark nach den Seiten hin bewegt, so wächst natürlich der Gesichtskreis beträchtlich, und zwar beträgt unter der Voraussetzung, dass das Auge sich horizontal in einem Bogen von 110° bewegen kann, der Durchmesser des Bogens des Gesichtskreises nach Valentin bei einer Entfernung von 1000′ in den Gränzen des deutlichen Sehens (½‴ von der Axe der Retina entfernt) 1920′, in der Entfernung von 1′ nur 1′.9: bei unbewegtem Auge in den Gränzen des deutlichen Sehens bei der Entfernung von 1000′ nur 174′, bei der Entfernung von 1′ nur 2″,18.

230. Der ausgedehnteste Gesichtskreis ist derjenige. welcher durch beide Augen und zwar sowohl nach horizontaler, als nach verticaler Richtung umschrieben wird. Es wächst aber deshalb der Gesichtskreis, weil rechts liegende Objecte in grösserem Abstande vom rechten und links liegende Objecte in grösserem Abstande vom linken

Auge gesehen werden: nicht aber etwa deshalb, weil beide Augen divergirend sähen, was nicht normal ist. Vielmehr werden beide Augen so nach dem am meisten zu fixirenden Punkte gerichtet, dass eine von ihm nach dem Auge gezogene Linie (sein Centralstrahl) sich in die Augenaxe fortsetzt. Die geschickteste Bewegung zu dem Zwecke ist die convergirende beider Augen. Die Kreisflächen, welche man durch möglichst ausgedehnte Bewegungen gemeinschaftlich successive mit beiden Augen macht, setzen eine grosse Kugelfläche zusammen. —

231. Derjenige Theil der Retina, welcher von der Art. und Vena centralis eingenommen wird, ist empfindungslos. Der N. opticus liegt bekanntlich nicht in der Axe des Auges, sondern 1‴ bis 1‴,5 ist die Mitte des eintretenden Sehnerven von dem hinteren Ende der inneren Augenaxe entfernt, und zwar nach innen gegen die Nasenseite zu. In der Mitte des Sehnerven, da, wo er sich in die Retina ausbreitet, liegen die genannten Gefässe, welche ungefähr $^{2}/_{5}$‴ Durchmesser haben. Wenn Fig. 54 A das rechte Auge ist und kr die Augenaxe, angenommen ferner, βr sei gleich 1‴,5, so wäre β die Stelle, welche die Retinagefässe einnehmen. Wenn der Punkt β unempfindlich ist, so würde der ihm entsprechende Punkt b des Objectes ab unkenntlich sein. Man kann durch Rechnung leicht bestimmen, welche Stelle der Punkt b einnimmt, $kr : a\beta = mk : ab$, ebenso $kr : \beta r = mk : mb$, oder in Zahlen 6‴ : 1‴,5 = mk + 4‴ : mb. Setzen wir die Entfernung des Objectes ab = 5″ = 60‴, so ist 6‴ : 1‴,5 = 64‴ : mb

$$mb = \frac{64 \times 1,5}{6} = 16'''.$$

Unempfindliche Stelle der Retina.

Folgender Versuch weist die Richtigkeit nach. Man zeichne auf ein Stück Papier drei Punkte, welche je 16‴ von einander entfernt sind, schliesse das linke Auge und fixire in einer Entfernung von 5″ vom Mittelpunkte der Cornea

den mittleren Punkt, so sieht man sogleich auch den nach Links liegenden Punkt, hingegen verschwindet der nach Rechts liegende, welcher also auf die Gefässe der Retina fällt, ganz. Umgekehrt verschwindet der linke Punkt, wenn man das rechte Auge zuhält und mit dem linken den Mittelpunkt fixirt (Mariotte). Je weiter die Entfernung der Punkte vom Auge ist, desto weiter müssen sie, wie sich leicht aus Fig. 54 ergiebt, aus einander stehen.

c) Empfindungsobjecte: α) qualitative Farben, 232 — 237.

232. Die Retina wird (abgesehen von andern Reizen derselben) nicht nur von dem Lichte überhaupt afficirt, d. h. durch sie werden Hell und Dunkel unterschieden, sondern auch von den objectiven Farben; und durch die Farben kommen die Formen und Gestalten der äusseren Körper zur Anschauung.

233. Die objectiven Farben, deren Grundformen als blau, gelb, roth sich zeigen, machen Eindrücke auf die Retina, welche denselben Namen führen. Es versteht sich jedoch von selbst, dass diese Eindrücke auf der Retina organische Veränderungen hervorbringen, welche das eigentliche Empfindungsobject sind. Man könnte sehr wohl das Resultat in der Empfindung mit einem ganz anderen Namen belegen, als die Motive, d. h. die Farben, die es hervorbringen, wie dies bei Gefühlseindrücken ganz gewöhnlich ist. Die blaue Farbe und die Empfindung Blau sind kaum mehr mit einander verwandt, als das schneidende Werkzeug mit dem Gefühle Schmerz verwandt ist.

234. Die Empfindungen von Licht und Mangel an Licht überhaupt haben besondere Namen: Hell und Dunkel erhalten. Diese werden sowohl gebraucht, wenn die Anwesenheit oder der Mangel an Licht diese Empfindungen hervorbringen, als wenn letztere aus anderen Ursachen, z. B. Krankheit, entstehen.

235. Die Empfindungen von Blau, Gelb, Roth, sowie von deren Verbindungen (blau und gelb wird grün, blau und roth wird violett, gelb und roth wird orange) ent-

stehen nicht allein durch objective Farben, welche vor das Auge gebracht werden. Sie entstehen schon bei der Brechung weisser Lichtstrahlen, weil in jedem Lichtkegel qualitativ verschiedene Strahlen enthalten sind (s. No. 211.). Ferner entsteht, nachdem lange auf eine Grundfarbe gesehen worden ist, die Empfindung der nicht vorhandenen beiden anderen in dem sich abwendenden Auge. Wenn z. B. das Auge lange auf eine rothe Tafel gesehen hat und wendet sich dann auf eine weisse Wand, so erscheint eine grüne (gelbe + blaue) Tafel. Auch am Rande einer rothen Farbe bildet sich von selbst die grüne. Neben und nach dem Anblicke eines blau gefärbten Körpers erscheint er dem abgewendeten Auge roth + gelb = orange. Um einen schwarzen Punkt sieht man einen weissen Rand u. s. w. So lösen sich gewissermassen die Empfindungen ab, und wenn das Auge ermüdet ist von dem Anblicke einer objectiven Farbe, so tritt die complementare subjectiv ein.

236. So folgen (subjectiv) auf:

Hell — Dunkel,
Blau — Orange,
Gelb — Violett,
Roth — Grün und umgekehrt.

237. Auch Seeleneindrücke können, wie Krankheiten des Gehirns und des Auges, die (subjectiven) Empfindungen von Farben erzeugen. Durch lebhafte Vorstellungen werden sie hervorgerufen.

238. Da man den Durchmesser des Netzhautbildes β) quantitative, 238—240.
berechnen kann, so lässt sich durch Beobachtung auch nachweisen, wie klein dasselbe sein kann, ehe es für die Empfindung verschwindet. Wenn Volkmann auf 30″ Weite ein 0,002″ dickes Haar, wenn ein Schüler Baer's auf 28″ Entfernung ein $^1/_{60}$‴ dickes Haar erkannte, so entsprach jenem ein Retinabild von 0,000033″ (=0.000396‴) und diesem ein Bild von 0,0000021″ (=0,0000252‴). Valentin erkannte bei heller Be-

leuchtung Striche von 0,003‴ Breite bei einer Entfernung von 20″, wonach die Grösse des Retinabildchens 0‴,0000579 betrug.

239. Der Durchmesser einer Nervenprimitivfaser der Retina ist ungefähr = $^1/_{1000}$‴. Hieraus wird es wahrscheinlich, dass eine und dieselbe Nervenprimitivfaser fähig ist, zwei Eindrücke aufzunehmen, wenn nicht die Bilder auf der Retina sich wieder ausdehnen, was auch denkbar ist.

240. Bei guter Beleuchtung und bei einer Ausdehnung des Objectes in verticaler Richtung kann dasselbe leichter gesehen werden, als im andern Falle. So sieht man eine Linie besser, als einen Punkt. Bei verschiedenen Individuen walten sehr grosse Differenzen ob.

d) Zeitliches in der Empfindung, 241.

241. Die durch Reize auf der Retina hervorgebrachte Empfindung schwindet nicht mit der Entfernung des Eindrucks, sondern bleibt noch kurze Zeit zurück. Wird eine feurige Kohle im Kreise geschwungen, so verbinden sich die isolirten Eindrücke zu dem eines feurigen Kreises. Eben dahin gehören die bekannten Erfahrungen, dass, wenn man auf zwei Seiten einer Pappscheibe die einzelnen zusammengehörenden Theile eines Körpers malt und die Scheibe rasch umwendet, ein zusammengesetzter Körper entsteht. So glaubt man, wenn auf der einen Seite der Kopf, auf der andern der Rumpf gemalt ist, beim Drehen einen vollständigen Körper zu sehen.

3. Bewegung.

3) Motorische Actionen, 242—261. a) Verschliessung des Auges, 242.

242. Der M. orbicularis palpebrarum schliesst nicht nur das ermüdete Auge während des Schlafes und ist dabei activ thätig, sondern auch, wenn ein Reiz die Conjunctiva trifft (Reflexbewegung) und wenn überhaupt eine Verschliessung zum Schutze des Auges dient. Den letzteren Zweck erfüllen auch die Wimpern und Augenlieder.

b) Drehung des Augapfels, 243—247.

243. Durch die vier geraden Augenmuskeln wird der Augapfel je nach oben, unten, innen, aussen ge-

wendet. Gleichzeitig scheinen nicht alle diese Muskeln wirken zu können. Es würde dadurch der Bulbus nach hinten gezogen werden.

244. Während die vier M. recti ihren unverrückbaren Ansatzpunkt am hinteren Theile der Orbita haben und nach dieser Richtung ihren Zug also nach hinten ausführen, verhält es sich verschieden mit den M. obliquis. Der M. obliquus superior entspringt zwar auch hinten am Foramen opticum und läuft an der innern Seite der Orbita nach vorn, aber am vorderen Auge angelangt, läuft seine Sehne bekanntlich durch einen an der innern Orbitalwand angewachsenen Ring, und von diesem Ringe wendet sie sich nach hinten. Die Sehne wird natürlich nicht in der Richtung nach dem Foramen opticum, sondern nach dem Ringe hin, und weil sie sich an dem hinteren Umfange der Sclerotica befestigt, nach vorn gezogen. Daher wird mithin die obere, aber hintere Sclerotica nach innen und vorn gewendet; demgemäss die Cornea und Pupille nach unten und aussen. Durch den M. obliquus inferior wird gleichfalls der Bulbus nach innen und vorn gewendet, aber an seinem unteren Theile; die Papille demgemäss nach oben und aussen.

245. Der feste Punkt, um welchen sich das Auge bei seinen Bewegungen dreht oder der sogenannte Drehpunkt, wurde von Volkmann berechnet. Er liegt ungefähr $5\frac{1}{2}'''$ hinter dem vordersten Punkte der Hornhaut.

246. Wenn der Kopf sich auswärts zur Seite nach der Schulter neigt, so wendet sich durch den M. obliquus superior das Auge nach innen, so dass es nach dem andern hingerollt wird. Auf diese Weise wird den Bewegungen des Kopfes entgegengewirkt.

247. Während des Schlafes ist das Auge nach innen und oben oder nach innen und unten gewendet. Gleichzeitig ist die Iris verengt.

248. Das Vermögen, nähere und fernere Gegenstände gleich gut sehen zu können, ohne dass wir den Platz

c) Accomodations - Vermögen, 248—261.

verändern, deutet darauf hin, dass im Innern des Auges willkürlich Bewegungen gemacht werden können, durch welche die Entfernung zwischen Linse und Retina grösser und kleiner gemacht werden kann.

249. Wenn die Strahlen der Kegel eines nahen, z. B. 6″ vom Auge entfernten Gegenstandes sich gerade auf der Retina vereinigen, so wird dies nicht der Fall sein können bei einem 16″ entfernten Gegenstande, ohne dass die Entfernung zwischen Linse (oder Hornhaut) und Retina sich ändert. Denn die Strahlen ferner Punkte kommen früher zur Vereinigung, als die Strahlen naher. Wenn das Auge so eingerichtet wäre, dass Strahlen von einem 6″ entfernten Körper auf der Retina sich vereinigten, so würden die Strahlen von einem 16″ entfernten Körper an dieser Stelle wieder aus einander gegangen sein und Zerstreuungskreise bilden. Nichtsdestoweniger kann ein gutes menschliches Auge beide Objecte gleich gut erkennen, je nachdem es das eine oder das andere fixirt. Stellt man sich vor, dass, wenn wir in die Ferne sehen wollen, die Linse oder Cornea nach hinten gerückt werden könnten, wodurch also die sich eher vereinigenden Lichtstrahlen auch früher die Retina träfen, — und dass, um in die Nähe zu sehen, die brechenden Medien nach vorn gerückt werden könnten, so liesse sich jenes Vermögen erklären.

250. Man nennt das angedeutete Vermögen das Accommodations- oder Adaptionsvermögen.

251. Es ist noch nicht ermittelt, ob bei ruhendem Auge dasselbe mehr für das Fernsehen, oder für das Nahesehen eingerichtet ist. Nach Volkmann ist das Erstere der Fall.

252. Steckt man zwei Stecknadeln hinter einander in derselben Linie auf, und fixirt durch zwei nahe neben einander liegende schmale Öffnungen eines Kartenblatts die erste, so sieht man die zweite doppelt; fixirt man die

zweite, so sieht man die erste doppelt (Versuch von Scheiner).

253. Man kann mithin willkürlich das Auge einrichten, dass es in der Nähe scharf sieht und dann wieder, dass es in der Ferne scharf sieht.

254. Ganz nahe der Cornea gehaltene Gegenstände vereinigen sich so weit hinter der Retina, dass sie unkenntlich oder sehr undeutlich sind. Die Entfernung, von welcher aus deutliches Sehen eintritt, ist bei verschiedenen Menschen nicht gleich weit von der Cornea. Bei Kurzsichtigen (myopes) ist sie näher, als bei Menschen mit sogenannten scharfsichtigen Augen. Bei letzteren ist sie meistens 5 bis 7″ von der Cornea entfernt, bei Myopes 2″ bis 3″, bei meinem Auge z. B. $2\frac{1}{2}$″. Bei Weitsichtigen (presbyopes) ist dieser sogenannte Gränzpunkt weiter vom Auge entfernt, als bei Scharfsichtigen.

255. Die besten Augen können nur bis zu einer gewissen, aber sehr verschiedenen Granze (bis 50″?) hin mit vollkommener Genauigkeit die Körper erkennen. Der Punkt dieser Entfernung wird Fernpunkt genannt. Er liegt bei Kurzsichtigen dem Gränzpunkte nahe, bei mir z. B. nicht ganz 7″ vom Auge entfernt; ebenso fällt er bei Weitsichtigen beinahe mit dem Granzpunkte zusammen.

256. Die Mittel, vermöge welcher das Auge nach den verschiedenen Entfernungen accommodirt wird, sind bis jetzt ganz und gar unbekannt.

257. Man hat vermuthet, dass die M. recti durch ihre gemeinschaftliche Contraction die Cornea nach hinten zu ziehen vermöchten und dass auf diese Weise das Sehen in die Ferne begünstigt würde (Home). Um diese Wirkung zu haben, müsste jedoch der hintere Ansatzpunkt der Muskeln nicht an der Orbita, sondern an der Sclerotica sein, s. auch No. 243.

258. Eher könnten die beiden M. obliqui die Sehaxe verlängern. Es müsste aber eine solche Bewegung

bei dem Nahesehen erkenntlich sein, was nicht der Fall ist.

259. Eine Wölbung der Cornea nach vorn beim Nahesehen (Home) hat sich durch die Beobachtung (von Young und Senff) keineswegs erwiesen.

260. Die Bewegung der Linse, durch den Druck des sich contrahirenden Ligamentum ciliare auf die Zonula ciliaris hervorgebracht (Hueck), ist gleichfalls noch nicht durch sichere Beobachtungen dargethan, — obgleich sie nicht unwahrscheinlich ist.

261. Eine Verrückung der Linse um ½‴ würde für alle Grade der Accomodation ausreichen (Olbers).

4. Aufmerksamkeit und Beurtheilung beim Sehen.

4) Psychische Actionen 262—278. a) Aufmerksamkeit.

262. Durch den Zusammenhang, in welchem die Empfindungen des Sehens und die Vorstellungen stehen, geschieht es, dass einzelne Punkte des Objectes nach einander vom Auge fest gehalten und gesehen werden können. Durch diese Einwirkung der Seele auf das Auge — durch die Aufmerksamkeit — wird eine deutliche Wahrnehmung des Bildes gegeben.

263. Selbst an den Stellen der Retina, an welchen die Empfindung geringer ist, kann durch die Aufmerksamkeit das Sehen deutlicher werden.

264. Jeder gesehene Gegenstand erweckt Vorstellungen von ähnlichen früher gesehenen. Der mit Aufmerksamkeit gesehene wird daher durch die Vergleichung und Multiplication mit andern Objecten in der Seele an Deutlichkeit gewinnen, und umgekehrt.

b) Beurtheilung der Grösse.

265. Während des Sehacts verbinden sich nicht nur Vorstellungen von früher gesehenen Objecten mit den eben vor das Auge gebrachten, sondern die Vergleichung erstreckt sich auch auf andere Sinne, ganz vorzüglich auf den Tastsinn. Durch die Vergleichung der durch beide Sinne gewonnenen Resultate bildet sich die Vor-

stellung von Grösse. Wird ein äusseres Object von einem fein fühlenden Hauttheile berührt, so wird eine Anzahl von Primitivfasern afficirt. Wird derselbe Gegenstand von der Retina gesehen, so nimmt das Bild desselben auf der Retina einen viel kleineren Raum ein, als auf der Haut, aber es werden viel mehr Nervenprimitivfasern getroffen, und wir halten das durch die Retina gesehene Bild einer Fläche angehörig, welche auf der Haut, wo die Nervenprimitivfasern viel weniger nahe liegen, viel grösser sein muss. — Der Blindgeborene des Dr. Franz fand die ihm durch das Getast bekannten Gegenstände weit grösser, nachdem er sein Gesicht wieder erhalten hatte, als er erwartet hatte. Vergl. Volkmann in Wagners Handwörterbuch: Sehen.

266. Durch den Tastsinn zunächst wird auch der Seele das nöthige Material geliefert, um den Begriff einer Aussenwelt zu bilden. Durch diese Erfahrungen getragen, setzen wir die gesehenen Objecte nach aussen, obwohl die Eindrücke, welche die Retina durch die Bilder erhält, es sind, welche die eigentlichen Empfindungsobjecte ausmachen, also organische Zustände. Dieses Setzen nach aussen ist aber nicht etwa ein organischer Act, sondern will nichts Anderes sagen, als dass wir aus anderen Erfahrungen zu dem Urtheile kommen, die Objecte gehörten nicht uns an. — Auch von den Gesichtseindrücken, welche nicht aus objectiven Ursachen hervorgehen, von den subjectiven, urtheilen wir, dass sie nicht dem Auge, sondern der Aussenwelt angehören. c) Versetzen der Objecte nach aussen.

267. Obwohl die Bilder der Objecte auf der Retina verkehrt stehen, so sehen wir doch die Gegenstände nicht so, sondern, ebenso wie wir sie fühlen, aufrecht. d) Aufrechtsehen.

268. Diese Thatsache beruht am Wahrscheinlichsten gleichfalls auf einer Vergleichung des Sehens und des Fühlens mittels unserer Seelenthätigkeiten. Die Begriffe von oben und unten sind aus Bezeichnungen entstanden,

welche aus dem Verhältnisse unseres eigenen Körpers zu der Erde entnommen worden sind. Die Endfläche unseres Körpers, welche mit den Füssen die Erde berührt, wird die untere, die entgegenstehende die obere genannt. Der erstere Begriff (unten) hat seinen ersten Ursprung in einem Gefühlseindrucke, und aus ihm ist durch Combination anderer Vorstellungen der zweite Begriff (oben) entstanden. Man könnte zwar auch vermuthen, dass diese Begriffe zunächst vom Gesichtssinne ausgingen, indem wir nämlich „unten" das nennen, was mit der Erde in nächster Berührung ist; und wir sehen in der That unsere Füsse und die Erde auf der eigenen Retina. Aber es gehört eine viel grössere Menge von Erfahrungen dazu, um auf dem Wege durch das Gesicht zu dem Urtheile zu gelangen, der Fuss liege nicht in derselben Ebene mit der Erde. Das Auge muss sich anders accommodiren, um den Fuss deutlich zu erkennen, und anders, um den Erdboden zu erkennen; theils durch Vergleichung der Resultate dieser verschiedenen Accommodationen, theils durch andere Erfahrungen wird jenes Urtheil begründet. Es ist aber viel wahrscheinlicher, dass sich der Begriff „unten" eher bildet auf einem so leichten Wege, nämlich durch das Gefühl, als auf dem complicirteren durch das Gesicht. Hat sich aber ein Mal in unserer Seele jener Begriff von „unten" auf diese Weise gebildet, so werden wir instinctmässig alle Vorstellungen, welche durch das Gesicht gewonnen werden, in jene ursprünglichen, welche durch das Gefühl gewonnen worden sind, übersetzen. Was also auf dem Bilde der Retina der Erde naher ist, wird durch einen leicht zu bewirkenden Vorstellungsact umgekehrt; wie es auch durch Vorstellungen in der That nicht schwer wird, einen Körper umzukehren. Man kann z. B. mit Leichtigkeit das Bild eines Schlüssels, an dem man den Ring unten sieht, in Gedanken so ändern, dass der Ring nach oben kommt, ohne ihn in der Wirklichkeit umzudrehen.

269. Auf eine ganz ähnliche Weise beurtheilen wir das Rechts und Links nicht nach den Eindrücken auf unser Auge, sondern nach denen auf unser Gefühl. —

270. Volkmann erklärt die Auffassung der Richtung der Gesichtsobjecte hauptsächlich vom Muskelgefühle in den Augenmuskeln. Wenn man z. B. einen Gegenstand betrachtet, so hat man, um Rechts und Links an ihm zu unterscheiden, erst die eine, dann die andere Seite zu fixiren. Fixirt man die nach Rechts liegende Seite, so muss man die Sehaxe nach der Stelle hin richten, es muss das Auge sich nach Rechts wenden, durch den M. rectus (internus oder externus). Diese Bewegung fühlen wir und nach diesem Gefühle beurtheilen wir den Stand des Objects.

271. Die Entfernungen der Körper werden gleichfalls nicht gesehen, sondern beurtheilt, und zwar mittels folgender Vorgange: 1) durch die verschiedenen Accommodationszustände, welche uns zum Bewusstsein kommen; 2) das entferntere Object wird bei Fixation des näheren, welches in gleicher Linie liegt, ganz oder theilweise verdeckt; 3) da die Grösse vieler Objecte in der Nähe bekannt ist und man durch Erfahrung weiss, dass dasselbe Object mit seiner Entfernung an Grösse abzunehmen scheint, so urtheilen wir aus Kleinheit eines bekannten Objectes auf seine Ferne; 4) die Menge von Objecten zwischen dem zu sehenden Gegenstande und dem Auge giebt gleichfalls einen Anhaltspunkt; 5) das Gefühl der Augenstellung beider Augen ist, nach Volkmann, das wichtigste Moment, um die Entfernung abzuschätzen, indem die Sehaxen stärker convergiren zum Sehen naher, als ferner Gegenstände. e) Beurtheilung der Entfernungen.

272. Auch die Bestimmung der Bewegung der Körper ist das Resultat von Urtheilen. f) Beurtheilung der Bewegung.

273. Endlich gehört auch dahin das Einfach- und Doppeltsehen. Durch Beobachtung (J. Müller) hat man gefunden, dass es auf beiden Netzhäuten gewisse Stellen g) Einfachsehen mit zwei Augen.

giebt, deren Reizung nicht zwei, sondern nur einen Lichteffect hervorbringt. Solche Retinastellen nennt man identische.

274. Denkt man sich beide Netzhaute auf einander gelegt, so sind alle die Stellen identisch, welche sich decken würden; also die innere Stelle des linken Auges ist identisch der äusseren des rechten u. s. w.

275. „Wenn man im Dunkeln bei geschlossenen Augen eine bestimmte Stelle des Auges und somit die Netzhaut an sich mit dem Finger drückt, so entsteht ein feuriger Kreis im Sehfelde. Drückt man in dem einen Auge den oberen Theil mit dem Finger, im anderen Auge den unteren, so sieht man zwei feurige Kreise, einen oberen und einen unteren. Drückt man die äusseren oder inneren Augen beider Seiten, so entstehen jedes Mal zwei Figuren. Wird hingegen der Druck des Fingers im Dunkeln an beiden geschlossenen Augen unten angebracht, so erscheint nur ein feuriger Kreis oben in der Mitte des Sehfeldes; wird der Druck oben angebracht, so erscheint ein Kreis unten; wird der Druck auf beiden Augen links angebracht, so erscheint ein feuriger Kreis rechts" (J. Müller).

276. Es giebt mithin in beiden Netzhäuten correspondirende Stellen, deren Empfindungen, von demselben Motive veranlasst, die Seele zu einer verschmilzt. Wenn man mit beiden Augen einen Gegenstand fixirt, so wird dieser zwar am Schärfsten gesehen, aber gleichzeitig erblickt man zu allen Seiten des fixirten Gegenstandes noch viele andere einfach. Wenn man durch alle die einfach gesehenen Punkte eine Linie zieht, so entsteht ein Kreis, den man den Horopter-Kreis nennt.

277. Alle Körper, welche auf correspondirende Stellen beider Netzhäute fallen, werden einfach gesehen; und im andern Falle doppelt. Wird ein Auge so verdreht, dass das von ihm fixirte Object nicht mehr im horopterischen

Kreise liegt, so wird dieses doppelt gesehen, weil es dann nicht mehr die identischen Retinastellen trifft.

278. Die Verschmelzung zweier Eindrücke zu einem zeigt auf eine sehr instructive Weise Wheatstone's Stereoskop. Man mache von irgend einem Körper zwei Zeichnungen, welche ganz genau dem Anblicke entsprechen, welchen beim Beschauen je das linke und das rechte Auge von ihm haben. Beide Zeichnungen betrachte man gleichzeitig durch zwei ihnen gegenüberstehende Spiegel mit beiden den Spiegeln sehr nahe gehaltenen Augen, so dass das eine Auge in den einen, das andere in den anderen Spiegel sieht, so sieht man ein einziges Bild in der Mitte, und zwar erhält man den Eindruck eines Körpers. So z. B. glaubt man, wenn man die beiden Bilder von einer Statue durch einen Daguerreotypen genommen hat, eine Statue vor sich zu sehen.

II. Hören.

279. Als Erfordernisse zum deutlichen objectiven Hören hat man zu betrachten: 1) dass die Schallwellen, welche zu dem äusseren Ohre gelangen, theils durch die Luft, theils durch feste Körper bis zur Ausbreitung des N. acusticus fortgepflanzt werden; 2) dass der dadurch gemachte Eindruck empfunden werde; 3) dass durch gewisse Seelenactionen die richtige Empfindung möglich gemacht werde. Erfordernisse.

280. Zwischen dem Ohre und der Stelle, wo durch das Aneinanderstossen zweier Körper in diesen Körpern Schallschwingungen entstehen, muss ein Medium vorhanden sein, welches im Stande ist, diese Schallschwingungen aufzunehmen und in sich weiter zu verbreiten. Medium.

281. Diese Media sind entweder Gase, Flüssigkeiten, oder feste Körper.

282. Ist die Ursprungsstelle des Schalles ein fester Körper, so wird der Schall besser gehört, wenn das Me-

dium auch ein fester Körper ist. Das Schlagen einer Uhr wird besser gehört, wenn das Ohr auf den Tisch gelegt wird, auf welchem die Uhr liegt, als durch die Luft. Wird hingegen in diesem Falle das Ohr an einen naheliegenden festen Körper gelegt, der von dem ersten, auf welchem der Schall entsteht, durch eine Luftschicht getrennt ist, so wird sogleich viel undeutlicher gehört. — Schon eine mit einem weichen Körper umwickelte Uhr wird weniger deutlich gehört.

283. Der Schall, welcher im Wasser sich erzeugt, wird am Besten durch Wasser, oder einen festen Körper, schlecht durch Luft fortgeleitet.

284. Der Schall, welcher in der Luft entsteht, wird sehr geschwächt, wenn er aus der Luft in Wasser übergeht, noch mehr als der im Wasser entstandene, welcher in die Luft übergeht.

Concentration der Schallwellen.

285. Zur bestimmten Formation des Schalles scheint die Concentration der Wellen in einen engeren Raum nothwendig zu sein. Dadurch, dass der Ohrencanal durch eine vorgehaltene Röhre oder die zweckmässig angelegten Hände verlängert wird, verstärkt sich die Schärfe des Gehörs. Ganz besonders hat diese Wirkung ein trichterförmiger Canal, der sich nach dem Ohre hin verengert.

Äusseres Ohr.

286. Diesen Zweck scheint auch der Bau des äusseren Ohres zu haben, welches bei sehr scharf hörenden Thieren auch besonders gross ist.

287. Ob die Schallwellen, welche die verschiedenen Unebenheiten der Ohrmuschel berühren, dadurch dass sie zurückgeworfen werden, zur Verstärkung des Gehörs dienen, ist zweifelhaft. Die Beobachtungen von Esser haben vielmehr gezeigt, dass, wenn man die Reflexions- und Einfallswinkel gleich macht, nur sehr wenige Schwingungen in den äusseren Gehörgang gelangen.

288. Menschen, denen die äusseren Ohren fehlen, können noch scharf hören, — wenn auch wahrscheinlich nicht mehr in derselben Entfernung.

289. Die Function des Ohrenschmalzes (cerumen), welches ein weiches Fett, Albumin, eine gelbe sehr bittere Substanz, Extracte und Salze enthält, ist nicht bekannt. Ohrenschmalz.

290. Der äussere Gehörgang scheint, vermöge seiner Krümmungen, zur Reflexion der Schallwellen beizutragen. Äusserer Gehörgang.

291. Das Trommelfell vermittelt den Übergang der Schallschwingungen, welche durch das äussere Ohr concentrirt und vielleicht reflectirt worden sind, zu den festen Gehörknöchelchen und zu der Luft in der Paukenhöhle. Das Trommelfell wird durch die Schallschwingungen, welche dasselbe berühren, in gleiche Schwingungen versetzt, wie eine jede ausgespannte Membran. Trommelfell.

292. Schallschwingungen, welche aus der Luft sich in feste Körper verbreiten, gehen leichter über, wenn zwischen beiden eine elastische Membran ausgedehnt ist (Savart). Daher scheint das Trommelfell diesen Übergang der Schallwellen aus dem äusseren Gehörgange zu den Gehörknöchelchen zu erleichtern.

293. Wenn man, nach Müller, eine Pfeife mit einem hohlen Cylinder von Holz genau in Verbindung bringt und durch diesen Cylinder einen Stab (Gehörknöchelchen) hindurchgehen lässt, zwischen Pfeife und Cylinder eine Membran (Trommelfell) ausspannt und an das untere in Wasser stehende Ende des Stabes eine Glasröhre anbringt, so wird, wenn die Pfeife angeblasen wird, der Ton sehr gut durch die Glasröhre gehört.

294. Die schiefe Stellung des Trommelfells scheint die Reflexion des Schalles zu befördern.

295. Wenn eine mit Sand bestreute ausgespannte Membran in Schwingungen durch Anregung von Schallwellen in der Nähe versetzt wird, so springt der Sand stärker ab bei geringer, als starker Spannung (Savart). Es scheint mithin der M. mallei internus, welcher den Hammer nach hinten zieht und also auch das mit dem Hammer eng verbundene Trommelfell anspannt, zur Abschwachung

zu starker Schallschwingungen zu dienen. Dieselbe Wirkung könnte vielleicht auch der M. stapedius haben, welcher, da er sich an das Collum stapedis ansetzt, den Steigbügel nach hinten gegen die ovale Öffnung hinzieht, und somit auch den damit verbundenen Amboss und endlich auch den Hammer.

Gehörknöchelchen. 296. Man hat beobachtet, dass die Richtung der Schallschwingungen in Stäben immer der Länge der Stabe nach sich weiter verbreitet. Wenn daher auf einem horizontalen Stabe ein senkrechter und auf diesem wieder ein horizontaler aufliegt, so haben die Schallschwingungen in dem letzteren dieselbe Richtung, wie die in dem ersten (Savart).

297. Ungefähr liegen die Gehörknöchelchen so gegen einander, dass die Richtung des Schalles nicht viel geändert werden kann. Die Schallwellen nämlich, welche durch das Trommelfell auf den Hammer fortgepflanzt werden, werden aus transversalen (des Trommelfells) longitudinale (im Handgriffe des Hammers). Gegen den Handgriff des Hammers liegt der lange Schenkel des Ambosses fast in einem rechten Winkel, in ihm werden die longitudinalen Schwingungen zu transversalen, dann werden diese wiederum im Linsenbeine und den Schenkeln des Steigbügels longitudinal, und endlich in der Basis des Steigbügels transversal, wie sie auch im Trommelfell transversal waren.

Eustachische Trompete. 298. Sehr wesentlich für das Hören scheint die Ab- und Zuleitung von Luft zur Trommelhöhle zu sein, was durch die mit ihr communicirende Eustachische Trompete geschieht. Ihre Verstopfung hat sehr leicht und, wie es scheint, leichter Taubheit zur Folge, als die Durchbohrung des Trommelfells selbst mit Verlust der Gehörknöchelchen, wonach das Gehör noch in ziemlicher Vollkommenheit fortbestehen kann.

299. Man hat die Öffnung der Eustachischen Trompete mit den Löchern im Resonanzboden der Violine

zur Verstärkung der Resonanz verglichen (Henle), oder mit den Seitenöffnungen an den Soldatentrommeln (Itard).

300. Wenn bei verschlossener Mund- und Nasenöffnung Bewegungen, wie zur Inspiration, gemacht werden, so wird die in der Mund- und Rachenhöhle befindliche Luft vermindert, und so auch die in der Eustachischen Trompete. Hierbei muss eine grössere Spannung des Trommelfells entstehen. — Während dieses Vorganges hört man viel schlechter.

301. Ebenso wird das Hören beeinträchtigt, wenn man bei geschlossener Mund- und Nasenöffnung Exspirationsbewegungen macht, dadurch die Eustachische Trompete erweitert und also auch die Trommelhöhle mit Luft anfüllt und das Trommelfell spannt.

302. Zum Hören der eigenen Stimme trägt wahrscheinlich die Eustachische Trompete Nichts bei.

Fortleitung des Schalles in der Paukenhöhle.

303. Der Schall, welcher durch das Trommelfell in das mittlere Ohr gelangt und hier auf einem doppelten Wege sich weiter verbreitet, durch feste Körper (Gehörknöchelchen, Wandungen der Höhle) und durch die Luft, wird, nach Müllers Versuchen, stärker durch die festen Körper, als durch die Luft gehört. Es ist aber wahrscheinlich, dass diese doppelte Leitung hinsichtlich des Klanges von Einfluss ist.

301. Sehr gering ist wahrscheinlich die Fortpflanzung der Töne durch die Kopfknochen, weil die Schallwellen aus der Luft sich sehr schlecht auf feste Körper verbreiten. Wenn man eine tönende Stimmgabel bei verstopften Ohren an den Scheitel legt, so hört man zwar einen Ton, aber er ist viel schwächer, als wenn die Stimmgabel auf das Schlafenbein gesetzt wird, also nahe dem Ohre. Wenn hingegen der in einem festen Körper entstandene Ton unmittelbar zu den Kopfknochen übergeht, so wird er gut gehört, wie z. B. eine auf den Scheitel

oder gar an die unbedeckten Zähne aufgelegte Uhr bei verstopften Ohren.

Inneres Ohr. 305. In dem inneren Theile des Gehörorgans scheint das sogenannte Labyrinthwasser, welches auch bei allen Wirbelthieren gefunden wird, von besonderer Wichtigkeit, ohne dass man dessen bestimmtere Function kennt. Bemerkenswerth bleibt immer, dass auch die Centraltheile des Nervensystems mit der sogenannten Cerebrospinalflüssigkeit bespült sein müssen, wenn ihre Verrichtungen gut zu Stande kommen sollen.

306. Eben so unbekannt ist die Verrichtung der Kalksteinchen, welche sich in der Perilymphe des Vorhofs finden. Wahrscheinlich aber ist es, dass sie zur Fortleitung der Schallwellen aus dem Wasser dienen, so dass der Gehörnerve nicht nur von den unmittelbar aus dem Wasser kommenden, sondern auch den durch diese festen Körper und dadurch besser fortgeleiteten Wellen angestossen wird (Müller). Dass diese Steinchen, wie Sand in den Chladnischen Klangfiguren, im Wasser bei Erzeugung eines Tones abspringen, ist nicht wahrscheinlich, da der Staub im Wasser während der Schallerzeugung nicht die geringste Bewegung macht.

307. Hinsichtlich der Function des Vorhofes kann man daran denken, dass die Flüssigkeit derselben die Resonanz verstärke, und dass die Schallwellen aus den Kopfknochen durch das Wasser gesammelt werden. Versuche haben hingegen gezeigt, dass auf diese Vortheile kein besonderer Werth zu legen sei (Müller).

308. In den halbcirkelförmigen Canälen wird der Schall etwas in der Richtung ihrer Krümmungen fortgeleitet, aber es würde mehr der Fall sein, wenn sie mit Luft gefüllt wären (Müller).

309. Da der Modiolus der Schnecke fast parallel mit einer auf die Ebene des ovalen Fensters gezogenen senkrechten Linie läuft, so werden die Schallwellen, welche aus dem ovalen Fenster in die Schnecke treten, in glei-

cher Richtung verlaufen, indem die transversalen Schwingungen der Spiralplatte in jeder Windung in longitudinale des Modiolus übergehen (Müller). — Über die Bedeutung der Schneckenwindungen ist man im Dunkeln.

310. Wirkt auf den Gehörnerven nur ein einziger Stoss, durch eine hinreichend starke Welle erzeugt, so nennt man das Resultat Schall; folgen sich mehre Stösse schnell hinter einander ohne regelmässige Intervalle, so entsteht das Geräusch, und sind endlich unter denselben Umständen die Intervalle gleich, so entsteht ein Ton. Schall und Ton.

311. Nach Savart sind mindestens zwei hinter einander folgende Stösse, welche aus vier Schwingungen bestehen (indem zu jedem ein Wellenberg und ein Wellenthal gehören), nöthig, um einen Ton zu erzeugen; von einem einzigen Stosse entsteht nur ein Geräusch.

312. Wenn sich die Schwingungen der schallenden Körper sehr rasch hinter einander folgen, so entsteht ein hoher Ton. Nach Savart ist ein Ton noch unterscheidbar, welcher 48,000 einfachen Schwingungen in der Secunde entspricht. Im tiefsten Tone kommen hingegen 14 Schwingungen auf die Secunde.

313. Das feine Gehör beruht auf der genauen Unterscheidung in der rascheren oder langsameren, regelmässigen oder nicht regelmässigen Folge der Stösse, welche den Gehörnerven treffen. Das feine Ohr unterscheidet auch die kleineren Differenzen der Höhe und Tiefe der Töne. Schärfe und Feinheit des Gehörs.

314. Scharf ist das Gehör, welches kleine Schwingungen noch auffasst, welche entweder durch leise Stösse oder grosse Entfernungen im inneren Ohre entstehen.

315. Ein feines und scharfes Gehör sind keineswegs immer vereinigt, vielmehr hören viele Menschen sehr scharf, aber gar nicht fein, und umgekehrt.

316. Wie auf der Retina Nachbilder, so bleiben auch Nachempfindungen im Gehöre zurück. Diese Nachempfindungen können viele Stunden lang fortbestehen. Nachempfindungen.

Reizungen des N. acusticus.

317. Durch Krankheiten des N. acusticus, sowie durch den Einfluss der Vorstellungen, endlich durch electrische Reize entstehen gleichfalls manchmal Gehörempfindungen, welche mithin als Zustände des Gehörnerven zu betrachten sind, welche sonst am Leichtesten und Häufigsten von den Schallschwingungen entstehen.

Bewegungen.

318. Im Ohre des Menschen sind die Bewegungen sehr beschränkt. Nur Wenige können, wie die Thiere, das äussere Ohr der Richtung des Schalles zulenken, oder Veränderungen der Concha durch die kleinen Ohrmuskeln bewirken. — Über die Bewegungen des Trommelfells ist schon gesprochen worden.

Seelenactionen.

319. Die Richtung und Entfernung des Schalls werden nicht gehört, sondern nur durch Urtheil erkannt. Es finden jedoch hier sehr leicht Täuschungen Statt, vorzüglich weil die stärkere Wirkung des Schalles auf eines der beiden Ohre das hauptsächlichste Erkennungszeichen ist, — und dann, weil das gewöhnliche schalltragende Medium, die Luft, oft in einer anderen Richtung zum Ohre gelangt, als wo sich der schallerregende Körper befindet.

320. Das einfache Hören mit zwei Ohren beruht wahrscheinlich gleichfalls auf einem Urtheile, hervorgegangen aus der vollkommenen Identität der Eindrücke auf beide Ohren.

321. Bei jedem feinen und scharfen Hören tritt die Aufmerksamkeit zugleich mit in's Spiel, durch welche man auch im Stande ist, unter vielen Tönen einen allein zu unterscheiden.

III. Riechen.

Erfordernisse.

322. Als Erfordernisse zum objectiven deutlichen Riechen hat man zu betrachten: 1) dass die riechbaren Stoffe durch die Luft der Schleimhaut der Nase mitgetheilt werden; 2) dass der dadurch gemachte Eindruck empfunden werde; 3) dass gewisse Bewegungen mitwirken; 4) dass

durch Seelenactionen die richtige Empfindung möglich gemacht werde.

323. Das Riechbare lässt sich von den Körpern, an denen es haftet, nicht isoliren. Manche sehr stark riechende Körper verlieren noch nach Jahren ihren Geruch nicht und werden dennoch unmerklich leichter. So rochen Papiere, welche mit Ambra durchduftet waren, noch nach 40 Jahren (Haller). Die riechbare Materie muss daher in so geringer Menge das Geruchsorgan afficiren, dass sie durch Wägung nicht erkennbar wird. Riechbare Stoffe.

324. Die riechbaren Materien hängen an manchen Körpern mit grosser Tenacität, an andern hingegen gehen sie rasch zu Grunde. Der Resedageruch z. B. verschwindet sehr rasch durch Krankheiten der Pflanze. Manche Blumen werden schon durch Reiben geruchlos. Hingegen behalten Moschus und Ambra auch in den kleinsten Partikelchen den Geruch bei; auch der faulige Geruch haftet lange Zeit.

325. Die Riechstoffe kommen, wenigstens bei luftathmenden Thieren, niemals in einem anderen Medium zur Empfindung, als wenn sie durch die Luft fortgepflanzt werden. Eingespritzte, stark riechende Stoffe werden nicht gerochen (Tourtual). Medium.

326. Die Empfindung des Geruchs ist an das Vorhandensein des N. olfactorius gebunden, dessen Mangel oder Krankheit den Geruch aufhebt. Krankheiten der Nasenschleimhaut beeinträchtigen gewöhnlich rasch den Geruch. Geruchsnerve.

327. Der Geruchsnerve verbreitet sich, soviel man bis jetzt weiss, namentlich an der Seitenwand der Nase, und reicht nicht weiter herab, als bis zur mittleren Muschel, während die untere nicht mehr davon versorgt wird.

328. Zur besseren und deutlicheren Geruchsempfindung scheint eine starkere Bewegung der Luftschicht, in welcher der riechbare Stoff enthalten ist, nothwendig zu sein. In der Nähe eines Fensters, wo sich die äussere Bewegung.

Luft mit der Stubenluft mischt, riecht man deutlicher. als im übrigen Zimmer. Man kann auch einen stark riechenden Körper unter der Nase haben, wie z. B. Ammoniak und ihn doch nicht riechen, wenn man den Athem anhält, während er sogleich empfunden wird beim Einathmen (Bidder).

Art der Wirkung auf den Geruchsnerven.

329. Das Riechbare theilt sich dem Riechnerven mit. obwohl es ihn nicht unmittelbar berührt, indem dieser noch von dem Schleim, Epithelium und der Faserschicht der Schleimhaut bedeckt ist. Es ist aber unbekannt, ob man anzunehmen hat, dass das Riechbare die genannten Theile durchdringe, oder durch eine Art von Erschütterung den Nerven afficire.

Nachempfindung.

330. Die Empfindung bleibt noch einige Zeit in dem Geruchsorgane zurück, nachdem der riechende Stoff entfernt ist, — wobei es aber unentschieden ist, ob kleine Partikelchen zurückgeblieben seien, oder es als Nachempfindung zu betrachten sei.

Subjective Gerüche.

331. Durch krankhafte Zustände des Gehirns und des Geruchsorgans, bei manchen Menschen durch mechanische Einwirkungen, können subjective Gerüche erzeugt werden.

Seelenaction

332. Durch Aufmerksamkeit erinnert man sich bei einer neuen Geruchsempfindung schon vorhandener früherer, und kann an demselben Gegenstande mehre Gerüche unterscheiden.

333. Durch Vorstellungen von Gerüchen entstehen subjective Gerüche, wie z. B. an Orten, wo stinkende Materien befindlich sind, auch dann die Empfindung bisweilen entsteht, wenn jene nicht mehr vorhanden sind.

334. Starkriechende Körper können so auf das Nervensystem wirken, dass Ohnmachten entstehen und vergehen können.

Nebenhöhlen.

335. Auf welche Weise die Nebenhöhlen der Nase zum Geruche beitragen, ist unbekannt. Sie selbst haben keine Geruchsempfindung.

IV. Schmecken.

336. Zum deutlichen Schmecken sind: a) die materielle Berührung des Geschmacksobjectes mit dem Geschmacksorgane; b) Bewegungen der Zunge; c) die Empfindung der Geschmacksnerven; d) Aufmerksamkeit und Urtheil erforderlich. Erfordernisse.

337. Der hauptsächlich schmeckende Theil ist die Basis der Zunge. Bei vielen Menschen schmecken, nach Valentins zahlreichen Beobachtungen, auch der hintere Gaumenbogen, die Verlängerungen beider Gaumenbogen bis zum Kehldeckel hinab, die Mandeln, der oberste Theil des Schlundes, welcher der Zungenwurzel gegenüberliegt, und die untere Fläche der Zunge. Selten hat der vordere Theil des Zungenrückens Geschmack. Organe.

338. Die Geschmacksobjecte afficiren entweder nur die Geschmacksorgane allein, wie z. B. das rein Süsse und rein Bittere, oder auch zugleich den Geruchsinn, z. B. das Brenzliche, oder auch das Gefühl, z. B. das Saure. Schmeckende Stoffe.

339. Die Geschmacksobjecte müssen gelöst sein, bevor sie empfunden werden. Ehe sich daher ein Theilchen eines schmeckenden Körpers durch die Feuchtigkeit der Zunge gelöst hat, wird es nicht geschmeckt.

340. Es ist unbekannt, welche Eigenschaften zusammenkommen müssen, wenn ein Körper schmeckbar wird. Die Natur des Schmeckbaren ist ganz dunkel. Oft scheint es von flüchtiger Beschaffenheit zu sein, indem sehr viele Stoffe durch langes Liegen ihren Geschmack verlieren. Wenn die chemischen Bestandtheile eines Körpers sich umändern, so ändert sich sogleich der Geschmack, wie das z. B. bei dem Reifen und der Überreife der Obst- und Fruchtarten, wo das Saure in das Süsse, das Süsse in das Mehlige, oder bei dem Erfrieren der Kartoffeln, wo das Mehlige in das Süsse übergeht, bemerkt werden kann.

Bewegungen. 341. Durch Bewegungen der Zunge werden die schmeckbaren Körper mit vielen Stellen der schmeckenden Oberfläche in Verbindung gesetzt, und durch Zulluss von Speichel und Schleim das Lösbare gelöst und dadurch empfunden.

Geschmacksnerven. 342. Von den drei Nerven, welche die Zunge versorgen, verbreitet sich der N. glossopharyngeus hauptsächlich am hinteren, der N. hypoglossus am mittleren, der N. lingualis trigemini am vorderen Zungentheil. Der hinterste Zungentheil schmeckt am Besten, in der Mitte ist die Bewegung, vorn das Gefühl am Vorwaltendsten.

343. Schon diese Vertheilung der Functionen an verschiedenen Zungenstellen macht es wahrscheinlich, dass der N. glossopharyngeus der Geschmacks-, der N. hypoglossus der Bewegungs-, der N. lingualis der Gefühlsnerve der Zunge sei.

344. Durch die Beobachtungen von Panizza, Valentin und Stannius ist dasselbe durch das Experiment nachgewiesen, indem nach den Beobachtungen der genannten Forscher die Durchschneidung des N. lingualis die Zunge so gefühllos macht, dass man sie auf alle Weise insultiren kann, ohne dass Schmerzäusserungen entstehen, während Thiere, an welchen diese Operation gemacht worden ist, bittere Stoffe verschmähen, wie vorher; hingegen 'die Durchschneidung des N. glossopharyngeus das Gefühl nicht aufhebt, aber bewirkt, dass ein so operirtes Thier gegen bittere Stoffe gar nicht reagirt. — Andere Beobachter (Müller, Kornfeld) sind jedoch nicht zu so exclusiven Resultaten gekommen.

Papillae vallatae. 345. Die Papillae vallatae scheinen die vorzüglichsten Träger der Geschmacksempfindung zu sein.

346. Durch die Empfindung ist man im Stande, zwei Geschmackseindrücke zugleich oder kurz hinter einander aufzufassen.

Subjectiver Geschmack. 347. Durch mechanische Reizungen der Zunge soll zuweilen ein subjectiver Geschmack entstehen. Sehr

häufig kommt ein nicht durch äussere Objecte entstandener Geschmack in Krankheiten vor, von dem es aber unentschieden ist, ob er nicht durch krankhaft erzeugte Producte in der Mundhöhle entsteht. Dahin gehört z. B. der adstringirende Geschmack, welcher zuweilen bei Hysterischen, der süsse, welcher bei Brustkranken vorkommt.

348. Der Geschmack wird durch Aufmerksamkeit deutlicher. Psychischer Einfluss.

349. Reproductionen von Geschmacksempfindungen kommen noch schwieriger zu Stande, als Reproductionen von Geruchsempfindungen.

V. Tasten.

350. Wenn man das Tasten zu den Sinnesempfindungen rechnet, so müssen alle die Wahrnehmungen, durch welche wir nur Zustände unseres eigenen Körpers und nichts Objectives erkennen, als nicht vom Tastsinne ausgegangen betrachtet werden. Es gehört mithin nicht hierher das Gefühl des Durstes, des Hungers, der Wollust, des Kitzels, der eignen Körperwärme. — Durch Tasten hingegen lernt man die Temperatur, Cohäsion, Grösse, Schwere, Form der Körper und die Entfernung derselben kennen. Unterschied zwischen Tasten und Fühlen.

351. Zur Schätzung aller dieser Eigenschaften der Körper sind Urtheil und Combination erforderlich. Erforderniss

352. Nicht alle Theile der äusseren und inneren Haut sind gleich fähig, zu tasten. E. H. Weber hat ein Mittel angegeben, um die Tastempfindung zu prüfen. Er bringt die abgestumpften Zirkelspitzen in verschiedenem Abstande auf die einzelnen Hautstellen (von Menschen mit verbundenen Augen) und lässt bestimmen, wie gross der Abstand sein muss, wenn die betroffene Hautstelle noch zu empfinden vermag, ob wirklich zwei Eindrücke gemacht sind, oder ob beide Eindrücke zu einem zusammenfallen. Diese Beobachtungen wurden von A. Thomson, Valentin Grade der Tastfähigkeit einzelner Körpertheile.

u. A. wiederholt und bestätigt. Nach einer Zusammenstellung des Mittels der einzelnen Beobachtungen ergiebt sich nach Valentin, dass die zwei Spitzen als zwei gesonderte Eindrücke wahrgenommen werden konnten

bei einer Entfernung von	durch:
0,48 Pariser Linien	Zungenspitze.
0,6 . . .	Volarfläche der letzten Phalanx des Zeigefingers;
0,72 bis 0,73	desgl. der übrigen Finger;
1,5 . . .	rothe Oberfläche der Unterlippe;
1,52 . . .	rothe Oberfläche der Oberlippe;
1,91 . . .	Mitte des Zungenrückens;
2,2 . . .	nicht rother Theil der Lippen;
3,25 . . .	Endtheil der grossen Zehe;
3,83 . . .	Aussenfläche der Augenlieder und Volarfläche der Hand;
3,89 . . .	Dorsalfläche der zweiten Phalanx des Daumens und Zeigefingers;
3,90 . . .	desgl. des Mittelfingers;
3,94 . . .	desgl. des kleinen Fingers;
3,97 . . .	desgl. des Ringfingers;
4,04 . . .	Haut in der Mitte des harten Gaumens;
4,12 . . .	Lippenschleimhaut in der Nähe des Zahnfleisches;
4,54 . . .	Wangenhaut über dem Buccinator;
4,62 . . .	Haut an dem Vordertheile des Jochbeins:
5,1 . . .	Vorhaut;
5,28 . . .	Haut an dem hinteren Theile des Jochbeins:
6	unteren Theil der Stirnhaut;
6,96 . . .	Handrücken:
8,29 . . .	unteren Theil der behaarten Haut des Hinterhaupts und Haut des Halses unter dem Unterkiefer:
10,2 . . .	Haut an der Kniescheibe;
12,06 . .	Haut an der Brustwarze:

bei einer Entfernung von	durch:
13,29 Paris. Linien	Haut am Vorderarm;
13,7 . . .	Haut am Unterschenkel;
13,85 . .	männliches Glied;
17,08 . .	Haut des Oberarms, mit Ausnahme der Stellen, wo die Muskeln den grössten Umfang haben;
17,63 . .	Haut des Oberschenkels, mit derselben Ausnahme;
24,20 . .	Haut der Mitte der Rückenwirbel.

353. Die Temperatur wird um so deutlicher gefühlt, je grösser die tastende Fläche ist. Dieselbe Temperatur erscheint höher, wenn sie von einer grossen, als von einer kleinen Fläche geschatzt wird.

354. Bei der Schätzung des Gewichtes von Körpern wird nicht nur nach dem Drucke des Körpers, sondern auch nach der Grösse der zum Widerstande nothwendigen Muskelkraft geschätzt.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Abbildungen, bei welchen es nicht besonders angegeben ist, sind nach der Natur bei einer 350fachen Vergrösserung eines vom Mechaniker Henkel zu Bonn verfertigten Mikroskops gezeichnet.

Tafel I.

Fig. 1. Samenfaden vom Menschen. (S. 7.)
Fig. 2. Arterien mit scheinbar stumpfen Enden aus den Corpora cavernosa des Penis nach Barkow. (S. 9.)
Fig. 3. Eichen vom Schweine: a. Zona; b. Vitellus; c. Keimbläschen; d. Keimfleck, 120 Mal vergrössert. (S. 9.)
Fig. 4. Ein Stückchen Uterus einer Schwangern von der innern Fläche aus gesehen, nach E. H. Weber: a. Höhlung des Uterus; b. Glandulae utricales. (S. 14.)
Fig. 5. Uterus einer Schwangern, nach R. Wagner: a. M. decidua Hunteri; b. reflexa; c. serotina. (S. 14.)
Fig. 6. Furchung des Dotters von einem Kaninchen aus dem Eileiter. Der Dotter ist in 4 Kugeln zerlegt. nach Bischoff (Entwicklungsgesch. d. Kaninchen-Eies. Tab. III. Fig. 22). In der Zona erblickt man zahlreiche Samenfaden. (S. 15.)

Tafel II.

Fig. 7. Ein fünfwöchentlicher menschlicher Embryo. $2^1/_2$ Mal vergrössert und gestreckt, von der Seite gesehen. A. Chorion villosum. B. innere Flache des Chorion. C. Stelle, wo das Ei am Uterus angesessen hat (weder eine M. decidua vera noch reflexa waren abgegangen). D. Nabelbläschen an seinem Stiele hängend. a. Nabelstrang: b. Ohrblaschen: c. Auge: d. Zunge; e. erste Anlage des Unterkiefers: f. eine Nasenöffnung: g. Herz, der dunklere kleinere Theil ist der Vorhof: h. Leber. etwas aufgehoben: i. Lunge; k. Magen: l. Darm, geht ununterbrochen in die Nabelblase über, ein Schenkel desselben m. geht aber rückwärts und endigt in der Nahe des Wolfschen

Körpers n. Dieser erstreckt sich vom Herzen bis an den Schwanz. o. Ausführungsgang des Wolf'schen Körpers. p. q. obere und untere Extremität. r. Stelle des Übergangs des Darms in den Ductus vitello-intest. s. Pancreas. (S. 15 fg.)

Tafel III.

Fig. 8. Hühnerembryo von zwölf Tagen. Die Allantois A, von der Schalenhaut des Eies abgelöst, ist von dem Dottersacke B, auf dem sie liegt, hinweggenommen und zur Seite gelegt worden. C. Amnion. a. Darmschlinge, welche sich mit dem Dottersacke verbindet. (S. 20 fg.)

Fig. 9. Hühnerembryo vom Anfange des dritten Tages; a. area pellucida mit dem Embryo; b. area vasculosa; c. c. sinus terminalis; d. d. venae, e. e. arteriae omphalo-mesaraicae. (S. 17. u. 19.)

Fig. 10. Hundsembryo, um die Allantois A, welche abpräparirt ist, nebst dem Urachus c zu sehen. (S. 20.)

Fig. 11. Ein kleines Stückchen Placenta, von E. H. Weber. Die kindlichen dünneren, vielfach geschlungenen Gefässe liegen auf den dickeren mütterlichen. (S. 15.)

Tafel IV.

Fig. 12. Ein Hühnerembryo vom zweiten Tage vergrössert; a. Chorda dorsalis; b. Rückenplatten; c. d. e. die drei Gehirnblasen; f. Augen; g. Herz; h. Rückenplatten; i. Ohrbläschen. (S. 24.)

Fig. 12'. Herz eines Hühnerembryo von 24 Stunden, nach Prevost und Lebert.

Fig. 12''. Herz eines Hühnerembryo von 39 Stunden, nach denselben: a. Herzohr; b. Ventrikel; c. bulbus aortae; d. Arterien; e. Venen.

Fig. 13. Hühnerembryo vom Anfange des vierten Tages; a. Vorderhirnblase; b. Zwischenhirnblase; c. Mittelhirnblase; d. Hinterhirn; e. Nachhirn; f. Leber; g. Darm, welcher bei k. in die Keimblase übergeht; g'. das untere Ende des Darms, das gleichfalls in die Keimblase übergeht; h. Wolf'scher Körper; i. Allantois am Urachus, der neben dem Mastdarm am Wolf'schen Körper zum Vorschein kommt. Vor der Leber das Herz l. mit Kammer und Vorkammer. An dem

Auge sieht man sehr deutlich die Spalte. Hinter dem Kopfe die drei Kiemenstreifen, von denen der erste der grösste.

Fig. 14. Gehirntheile eines Hühnerembryo vom sechsten Tage. A. die hinteren Theile; c. Vierhügel (Zweihügel); d. kleines Gehirn, ist wie eine Brücke über das verlängerte Mark hergezogen, dünn, doch schon mit Querstreifen; man kann eine Sonde zwischen kleinem Gehirne und verlängertem Marke durchführen. B. und C. der vordere Theil. O. die Augen. B a. die erste Gehirnblase. Bei C. ist die oberste Schicht der Gehirnmasse hinweggenommen, man ist in den Seitenhöhlen und sieht auf dem Boden zwei Erhabenheiten, welche die corpora striata sind; b. die Zwischenhirnblase oder Sehhügel, vor derselben eine Öffnung, an der sich diese Blase nach oben gewissermassen ausstülpt und in die Zirbeldrüse ausgeht, welche hier weggenommen ist; c. Mittelhirnblase. (S. 25. 28.)

Tafel V.

Fig. 15. Hühnerembryo vom zweiten Tage, stark vergrössert. a. Herz, hinten zwei Schenkel, die venae omphalo-mesaraicae, der eine Schenkel c. ist in seinem stärkeren Theile c′ Fortsetzung des Sinus terminalis, welcher über dem Kopfe des Fötus (vergl. Fig. 9.) zusammentritt; b. Aortenbulbus, der in zwei Bogen d, e ausgeht, die sich wieder zur Aorta f vereinigen. Aus dieser kommen die A. omphalo-mesaraicae g, g. (S. 33 fg.)

Fig. 15′. Herz eines Hühnerembryo von 42 Stunden, nach Prevost und Lebert. Bei x. canalis auricularis, bei n. fretum Halleri; a. Vorhof; b. Kammer.

Fig. 16. Herz von einem $5^1/_2$monatlichen menschlichen Embryo. A. Herzkammern, mit den beiden auriculis atriorum; a. aorta; b. arteria pulmonalis; c. ductus arteriosus Botalli; d. ramus pulmonalis. B. B. Lungen. (S. 36.)

Fig. 17. Herz desselben Embryo. Atrium dextrum aufgeschnitten. A. Leber. B. Ventrikel; a. vena cava inferior; b. vena cava superior; b′. Eintritt derselben in das Atrium; c. ostium atrioventriculare; d. foramen ovale; e. valvula Eustachii; f. tuberculum Loweri. (S. 36.)

Fig. 18. Der Mittelkörper eines viermonatlichen menschlichen Embryo. (S. 38.)

Fig. 19. Derselbe Theil eines 5½monatlichen menschlichen Embryo. A. Leber. B. Magen, welcher in Fig. 18 noch viel senkrechter steht, als in Fig. 19. — Der Dünndarm ist in Fig. 18 aus einander gelegt. Man sieht bei C den Anfang des Dickdarms. — D. Hoden, auf der linken Seite aus seinem Bauchfellüberzuge herauspräparirt, mit Nebenhoden, — auf der rechten Seite in normaler Lage. a. gubernaculum Hunteri; b. ductus deferens. (S. 41.)

Tafel VI.

Fig. 20. Milch- und Colostrumkörperchen (a), nach Henle. (S. 45.)

Fig. 21. Darmzotten mit den Bläschen a an der Spitze, welche platzen, und mit den Lymphgefässen b, nach Goodsir. (S. 74.)

Fig. 22. a. Blutkörperchen des Menschen; b. c. d. getrocknet und in verschiedener Weise geändert. (S. 80. 81.)

Fig. 23. a. Grossblättriges oder Pflasterepithelium von der menschlichen Zunge; b. Cylinderepithelium. (S. 123.)

Fig. 24. Segment eines Nagels, nach Henle. (S. 123.)

Fig. 25. Ein menschliches Haar: a. Balg; b. Scheide; c. Wurzel. (S. 123.)

Fig. 26. Stellung der Linsenfasern, nach Werneck. (S. 123.)

Fig. 27. Durchschnitt eines Röhrenknochens. (S. 124.)

Fig. 28. Knorpelkörperchen: a. aus der Luftröhre eines Kaninchens; b. aus dem verknorpelten Rande des Schulterblattes vom Frosche. (S. 126.)

Fig. 29. a. Fettbläschen; b. Fettzellen, aus denen das Fett entleert ist; c. Fettbläschen, durch Vertrocknung in ihrer Form geändert. (S. 136.)

Fig. 30. Kleiner Abschnitt einer Speicheldrüse. (S. 136.)

Fig. 31. Nierengefässe einer menschlichen Niere, nach Bowman; a. injicirte Arterien mit Zweigen: bei β ist ein Malpighisches Körperchen mit Injectionsmasse gefüllt, man sieht daher bei c. f das ausführende Gefässchen; m. Capseln der Malpighischen Körperchen, die Enden der Nierenkanälchen t. (S. 136.)

Fig. 31a. Harnkanäle aus der Rindensubstanz des Kaninchens mit Zellen erfüllt.

Tafel VII.

Tafel VIII.

Tafel IX.

Register.

A.

B.

C.

D.

H.

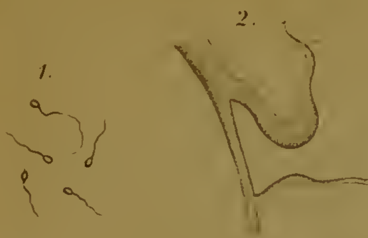
L.

M.

R.

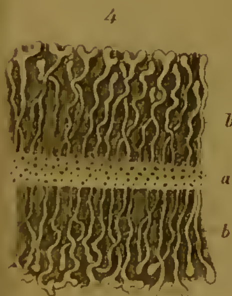
S.

Taf. I.

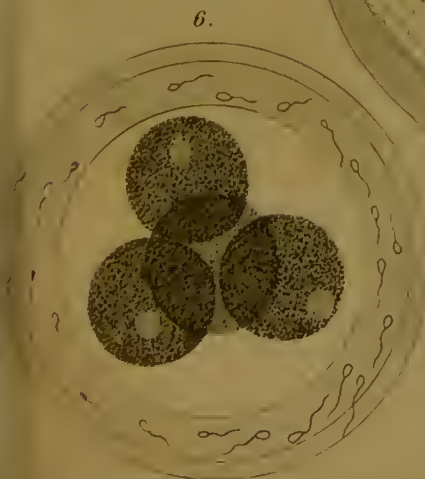












Taf. II.



10.

A

8.

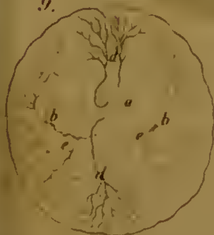
C

A

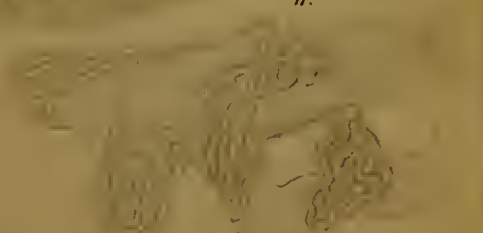
a

B

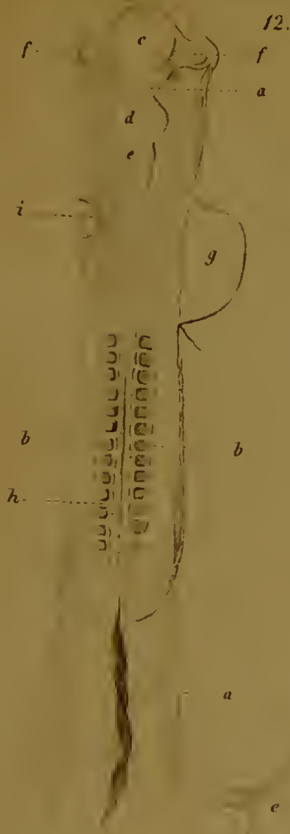
9.

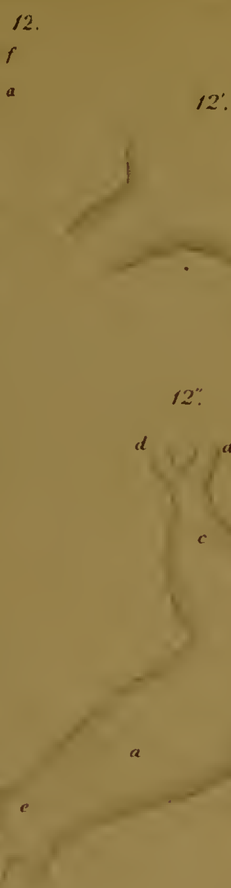


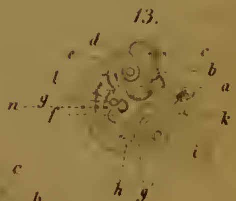
11.

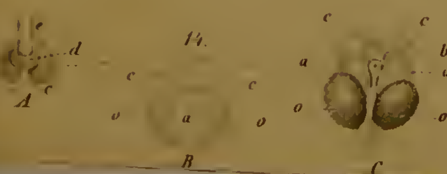


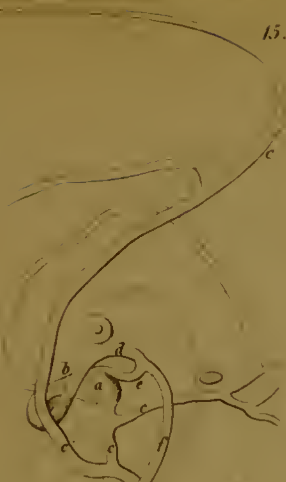
Taf. IV.

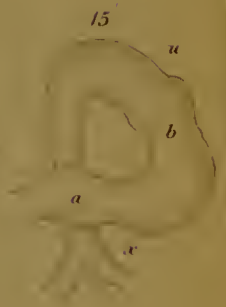

12.
f
c
f
a
d
e
i
g
b
b
h
a


12'.
12''.
d
d
c
b
a
e
e


13.
d
e
c
b
l
a
n
g
f
k
i
h
g


e
d
c
A
14.
c
c
o
a
o
B
c
c
a
b
a
o
o
C

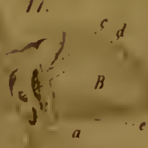

15.
c
b
a
d
e
f

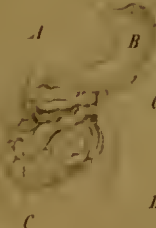

15'
u
b
a
x

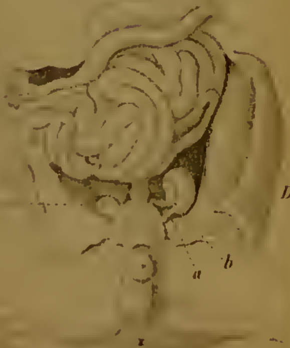

g
g


16.
a c c
b
B
B
d
A


19.
A


17.
c d
B
a
e
A


18.
A
B
C
C

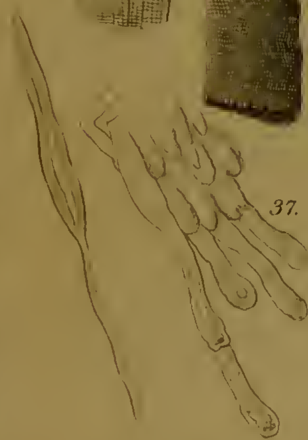

B
D
D
a
b


34.


a


36.
b


c


37.


35.


39.

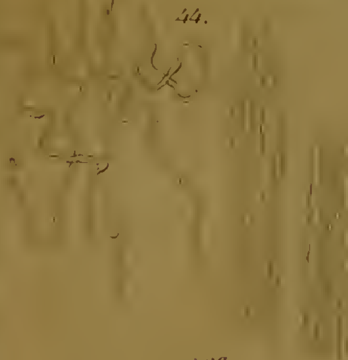



38.


41.
a
a


42.
a
b


43.

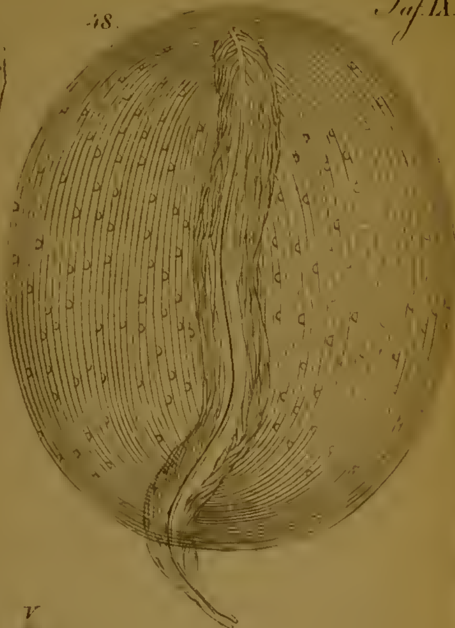

44.


45.


46.a
a

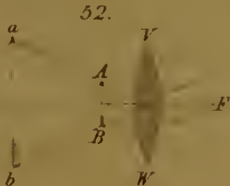

46.b


47.

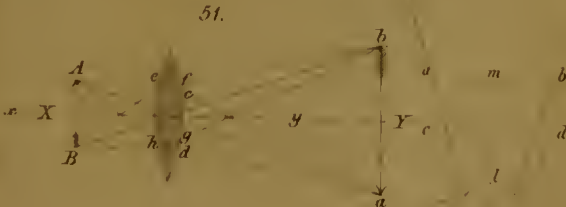

48.


50.


49.


52.
a
A
B
b
V
W
F


54.
c
f


51.
A
X
B
e
f
c
h
g
d
y
b
Y
a
m
b
c
d
l
53.


k

APPENDIX.